POPPER Y KUHN

Dos gigantes de la filosofía de la ciencia del siglo xx

C. Ulises Moulines



POPPER Y KUHN

ULISES MOULINES

VISÍTANOS PARA MÁS LIBROS:

Realización editorial: Bonalletra Alcompas, S. L.
© Ilustración de portada: Nacho García
Diseño de portada: Víctor Fernández y Natalia Sánchez para Asip, SL.
Diseño y maquetación: Kira Riera
© Fotografías: Todas las imágenes de este volumen son de dominio público excepto las de pág. 25 (ullstein bild/Getty Images), pág. 55 (Shutterstock.com) y pág. 59 (Bill Pierce/Getty Images).
Depósito legal: B-17984-2015

Impresión y encuadernación: Impresia Ibérica
Impreso en España

Popper y Kuhn

Dos gigantes de la filosofía de la ciencia del siglo XX

C. Ulises Moulines

CONTENIDO

Prefacio

En este libro se analizan y comparan las concepciones de los dos filósofos de la ciencia más influyentes del siglo xx: Karl Popper y Thomas Kuhn. Su influjo alcanzó (y todavía alcanza) mucho más allá del estrecho círculo de la filosofía académica. En el caso de Popper, un gran número de representantes connotados de las ciencias naturales, de las ciencias sociales y de la política se han declarado explícitamente «popperianos» o han reconocido su deuda intelectual para con Popper. Ejemplos notorios son el astrofísico Hermann Bondi, el Premio Nobel de Biología Jacques Monod, el Premio Nobel de Economía Friedrich von Hayek, el historiador del arte Ernst Gombrich, el excanciller alemán Helmut Schmidt o el financiero multimillonario George Soros. Todos ellos, y muchísimos más, han considerado que la metodología científica desarrollada por Popper y/o sus propuestas sobre el mejor modo de reformar la sociedad revelaron ser una guía esencial para sus propias reflexiones y su trabajo. En cuanto a Kuhn, sus escritos sobre la dinámica del cambio científico no solo han tenido un profundo impacto en la filosofía de la ciencia de la segunda mitad del siglo xx, sino que también han contribuido decisivamente al establecimiento de toda

una nueva disciplina, los «estudios sobre la ciencia» (*science studies*), que abarca, aparte de la epistemología en sentido estricto, la historia de la ciencia, la sociología de la ciencia, la psicología de la ciencia y el estudio de las relaciones entre política y ciencia. Pero incluso mucho más allá de las personas (científicos, filósofos, políticos) que reconocen explícitamente haberse inspirado en el pensamiento de Popper o de Kuhn, la influencia por así decir «subterránea» de ambos autores se nota en el hecho de que hoy en día mucha gente que apenas ha oído hablar de uno u otro utiliza en su lenguaje corriente términos acuñados por ellos y que desempeñan un papel central en sus concepciones respectivas, términos tales como *sociedad abierta* (Popper) o *cambio de paradigma* (Kuhn). Esto es la marca indudable de un profundo y vasto impacto en la sociedad.

La filosofía de la ciencia, es decir, la reflexión filosófica sistemática sobre la naturaleza del conocimiento científico, es una rama de la filosofía relativamente reciente, que apenas tiene poco más de un siglo de existencia. Ciertamente, hunde sus raíces en una disciplina filosófica mucho más antigua, la epistemología o teoría del conocimiento; pero esta se entiende normalmente como la reflexión filosófica sobre el conocimiento humano en general, y no como un estudio de lo que es *específico* del conocimiento *científico*. Puede decirse que la filosofía de la ciencia es una forma particular de la epistemología general.

La filosofía de la ciencia solo pudo constituirse a partir del momento en que se afianzaron algunas disciplinas científicas, estimulando así a algunos pensadores a preguntarse por lo esencial de ellas. Hasta cierto punto, ello ocurrió ya en la Antigüedad clásica, con la consolidación de la geometría, un proceso que condujo a Aristóteles a desarrollar sus ideas acerca de cómo debe construirse una teoría científica, tomando la geometría como modelo. Ya en el siglo XVII se consolidó otra gran disciplina científica, la mecánica, la cual inspiró a

Isaac Newton sus propias reflexiones metodológicas sobre cómo debe funcionar cualquier teoría científica. Un siglo más tarde, Immanuel Kant tomó la geometría euclídea y la mecánica newtoniana como modelos para desarrollar su propia concepción de la esencia del conocimiento científico en general. A Aristóteles, Newton y Kant (entre otros) los podemos considerar precursores de la filosofía de la ciencia en el sentido moderno. Sin embargo, no fue sino hasta fines del siglo XIX cuando se instituyó la filosofía de la ciencia como disciplina académica con un perfil propio. Concretamente, ello ocurrió en 1895, con la creación en la Universidad de Viena de una cátedra para Historia y Filosofía de las Ciencias Inductivas, cuyo primer ocupante fue el famoso físico, fisiólogo y filósofo Ernst Mach. A partir de entonces, paulatinamente, se fueron creando por todo el mundo cátedras, centros, revistas y series de publicaciones explícita y exclusivamente dedicadas a la filosofía de la ciencia. Hoy en día no hay ninguna Universidad que se precie que no posea al menos una cátedra dedicada a ella. La filosofía de la ciencia es actualmente una de las ramas más dinámicas de la filosofía.

Cronológicamente puede ubicarse la segunda generación de filósofos de la ciencia más o menos entre los años 1920 y 1960; a esta generación pertenece Karl Popper. Thomas Kuhn se integra ya en la tercera generación, la que emergió a partir de 1960. Ni Popper ni Kuhn iniciaron su carrera académica como filósofos de la ciencia. Popper empezó como maestro de Física en el bachillerato; Kuhn, como físico y como historiador de la ciencia. Pero ambos se vieron llevados por sus propias investigaciones a plantearse cuestiones genuinas de la filosofía de la ciencia y a desarrollar sus propios enfoques para dar una respuesta adecuada a esas cuestiones.

Las ideas de Karl Popper y Thomas Kuhn han sido de importancia capital para la filosofía de la ciencia del siglo XX. Pero la significación de

su obra no se limita a temas de esa disciplina. Sobre todo en el caso de Popper, su pensamiento social y político también ha tenido un gran impacto, un impacto que para el público general probablemente haya sido mayor que el de su metodología científica. Por su dedicación sistemática, a lo largo de décadas, tanto a cuestiones de la filosofía de la ciencia como de filosofía social y política, Popper representa un caso único en la historia de las ideas del siglo xx. Se dedicó con igual energía a uno y otro campo, y lo hizo, además, con la aspiración a construir así un todo coherente, basado en último término en una determinada concepción ética. Aparte de en estos dos ámbitos, Popper también hizo aportaciones originales a otras ramas de la filosofía: la metafísica, la filosofía de la mente y la historia de la filosofía antigua, por lo que la significación de su obra cubre un amplísimo espectro.

En el caso de Kuhn, el ámbito de sus intereses filosóficos es bastante más estrecho. Es indudable que la importancia primordial de la obra de Kuhn radica en su filosofía de la ciencia. Sin embargo, no hay que olvidar que fue también un connotado historiador profesional de este campo. En especial, sus publicaciones sobre la revolución copernicana y sobre el surgimiento de la mecánica cuántica representan hitos en la historia de la ciencia como disciplina académica, cuyo valor es independiente del juicio que nos merezcan sus concepciones filosóficas.

En concordancia con lo expuesto en este Prefacio, el presente libro está dividido en tres partes. En la primera trataremos de Popper: de su biografía, su filosofía de la ciencia y su filosofía social y política; ahora bien, aunque el pensamiento sociopolítico de Popper ocupa un lugar destacado en su obra, dado que este libro está esencialmente dedicado a la filosofía de la ciencia en Popper y Kuhn (y además por razones de espacio), el tratamiento de las ideas sociopolíticas de Popper deberá ser mucho más restringido. La segunda parte del libro está dedicada a Kuhn: a la génesis de sus concepciones, a lo esencial

de su teoría del desarrollo de la ciencia y a las posibles consecuencias epistemológicas de su enfoque. En la tercera y última parte, expondremos brevemente en qué consistió el choque entre la concepción popperiana y la concepción kuhniana de la ciencia.

Karl R. Popper

De Viena a Londres, pasando por Nueva Zelanda

Viena

Karl Raimund Popper nació el 28 de julio de 1902 en Viena, en el seno de una acomodada familia judía, recientemente convertida al protestantismo. El padre de Karl era un connotado jurista, muy cultivado, que mantenía estrechas conexiones con los medios políticos vieneses de tendencias liberales. Por parte de su madre, Popper estaba emparentado con cierto número de científicos y artistas de primera fila. En la casa del joven Popper, en la que había una enorme biblioteca que él habría de heredar años después, eran frecuentes las reuniones con la crema y nata de la intelectualidad vienesa de la época, durante las cuales se discutían todo tipo de temas científicos, filosóficos y políticos. El padre de Karl no solo permitía, sino que incluso estimulaba a su hijo púber a que debatiera con él de esos temas, una actitud muy poco frecuente en la época. Las conversaciones entre padre e hijo con frecuencia desembocaban en acaloradas controversias. Según nos narra el propio Popper, la relación con su padre siempre fue

tensa. Seguramente, el padre de Popper era una persona de carácter difícil, pero su hijo no le iba a la zaga. Esas frecuentes y enconadas discusiones paterno-filiales pueden ser la raíz de la fuerte tendencia a la polémica que Popper manifestó durante toda su vida y su propensión a pelearse (intelectualmente) con casi todo el mundo.

La Viena de principios del siglo xx representaba el marco idóneo para un adolescente con ambiciones intelectuales. Era un lugar muy singular dentro del mapa cultural europeo: una mezcla contradictoria, imposible de armonizar, entre un conservadurismo decadente y el vanguardismo más radical. Era el universo que tan magistralmente describe Robert Musil en *El hombre sin atributos*, es la Viena de Mahler, Schönberg, Klimt, Freud... y de Ludwig Wittgenstein. El Imperio Austro-Húngaro se vendría abajo como un castillo de naipes al final de la Primera Guerra Mundial, en 1918, dando lugar a media docena de nuevos Estados independientes. Austria se convirtió en un pequeño país, un enano político. Pero Viena misma siguió siendo una metrópolis cultural y científica de primer rango hasta bien entrada la década de 1930, cuando el país fue absorbido por los nazis. Ese fue el caldo de cultivo en el que se formó el espíritu del joven Popper.

En su *Autobiografía intelectual*, Popper afirma que ya en su más temprana juventud su espíritu experimentó los dos impactos decisivos que iban a configurar para el resto de su vida los dos pilares de su pensamiento, la filosofía de la ciencia y la filosofía social y política. Estos dos impactos fueron, por un lado, la teoría de la relatividad de Einstein y, por otro, los graves conflictos políticos producidos al finalizar la Primera Guerra Mundial. Sobre su importancia para el pensamiento de Popper nos extenderemos en los siguientes apartados. Aquí solo apuntaremos brevemente lo que significaron en la biografía intelectual de nuestro autor.

Las teorías de la relatividad

Aunque en exposiciones populares se suele hablar de *la* teoría de la relatividad, en rigor existen *dos*: la teoría *especial* y la teoría *generalizada*. Ambas se deben a Albert Einstein. La primera fue formulada en 1905, la segunda entre 1915 y 1916. La teoría especial de la relatividad fue concebida por Einstein para dar cuenta de una serie de experimentos y observaciones, sobre todo en el campo de la óptica y la electrodinámica, que eran inexplicables dentro del marco de la física clásica de corte newtoniano. Para dar cuenta de esos hechos, Einstein introdujo una serie de innovaciones teóricas revolucionarias que contradecían algunos de los postulados más básicos de la física newtoniana. Entre esas innovaciones están las de que las medidas de espacio, tiempo y masa de los cuerpos son relativas al sistema de referencia desde el cual se hacen las observaciones, la de que masa y energía son lo mismo, y la de que la velocidad de la luz es una constante universal, que no puede ser superada por ningún cuerpo en movimiento. Estas innovaciones teóricas iban en contra de los postulados de la física clásica, e incluso del sentido común, pero pronto quedó claro su éxito empírico, por lo que la mayoría de los físicos se mostraron dispuestos a aceptarlas. La teoría generalizada de la relatividad da un paso aún más aventurado al postular una identificación entre espacio, tiempo y materia, y una geometría distinta de la euclídea (la que todos hemos aprendido en la escuela). Una de las consecuencias sorprendentes de la teoría generalizada de la relatividad es la de que un rayo de luz, al pasar cerca de un objeto de una gran masa (por ejemplo, el Sol), es desviado de su trayectoria. Como nadie acababa de creerse esta consecuencia tan ajena a lo que se sabía



Albert Einstein en 1921.

hasta entonces acerca del mundo físico, un equipo de astrónomos dirigido por Arthur Eddington aprovechó un eclipse de Sol que tuvo lugar en 1919 para averiguar si realmente ocurría el efecto predicho por Einstein. Y, en efecto, comprobó que la predicción se verificaba con una exactitud asombrosa: un rayo de luz emitido por una estrella lejana se desviaba al pasar cerca del Sol. Con ello la teoría newtoniana quedaba definitivamente desbancada, y la teoría de Einstein firmemente establecida. Al parecer, este fue el hallazgo que tanto impresionó al joven Popper.

Respecto al primero, Popper nos relata que lo esencial de su filosofía de la ciencia le quedó claro para siempre al enterarse del advenimiento de la teoría de la relatividad, y de lo que ello significaba no solo como innovación científica, sino como fuente de inspiración para una metodología general de las ciencias.

El segundo pilar del pensamiento de Popper, su enfoque social y político, le fue inspirado por su propia experiencia personal: a los doce años, nos cuenta, descubrió en la biblioteca de su padre los escritos de Marx y se convirtió en un entusiasta marxista... para volverse un declarado anti-marxista a los diecisiete años (hasta el final de su vida), debido a otra experiencia personal. En efecto, en los meses que siguieron al derrumbe del Imperio Austro-Húngaro, Viena se vio constantemente agitada por violentos enfrentamientos entre el gobierno y los movimientos radicales de izquierda, en especial comunistas, de quienes se sentía próximo el joven marxista Karl. Los comunistas y sus aliados, alentados por el éxito que había tenido la revolución soviética un año antes, creían que había llegado el momento de impulsar un proceso parecido en Austria, la destrucción del «orden burgués» y la implantación de la «dictadura del proletariado», y estaban dispuestos a conseguirlo, si era necesario, a

través de la violencia y sin tomar en consideración los sacrificios humanos que ello podía ocasionar incluso dentro de sus propias filas. Se suponía que la lucha de clases y la promoción del ideal socialista estaban por encima de cualquier interés individual. Y así fue como, en un motín callejero, en el que los dirigentes comunistas incitaron solapadamente al grupo de izquierdistas al que pertenecía Popper a enfrentarse, desarmados, a la policía, hubo varios muertos entre los primeros, algunos de ellos amigos cercanos de Popper; con este sacrificio, y ante tal injusticia, se preveía una insurrección general en el seno de la clase obrera de Viena, que no llegó a producirse. Esta tragedia marcó profundamente a Popper. Comprendió que ningún programa político, ningún ideal social, puede justificar que se sacrifiquen personas de carne y hueso. No es la clase social (o cualquier otra entidad supra-individual, como el Estado) lo que está por encima del individuo, sino al revés, es el individuo quien debe tener la primacía sobre la clase social o cualquier otra totalidad. Lo que comprendió el joven Popper ante esos terribles acontecimientos es el gran riesgo que se corre al querer reformar la sociedad por la violencia. No es la «Gran Revolución» lo que de golpe y porrazo conducirá al fin de las injusticias sociales, sino una política cauta y reformista de pequeños pasos, lo que Popper denominaría mucho más tarde *ingeniería social.* Sobre las consecuencias teóricas que sacó Popper de su experiencia política personal volveremos más adelante.

A pesar de su ruptura con el marxismo, en los años inmediatamente posteriores a los sucesos relatados Popper siguió considerándose más o menos de izquierdas. Continuó siendo miembro de las Juventudes Socialistas de Austria y participando en programas de reforma social, especialmente la reforma de la enseñanza, a la que se aplicó con gran entusiasmo dentro de un amplio movimiento pedagógico. Posteriormente, en su madurez, Popper fue alejándose aún más de sus ideales socialis-

tas de juventud, aunque nunca llegó a convertirse en un conservador, ni tampoco en un neoliberal. Su posicionamiento político después de la Segunda Guerra Mundial puede ubicarse en algún lugar entre el ala derecha de la socialdemocracia y el ala izquierda del liberalismo clásico.

Cuando aún era un adolescente marxista, Popper decidió que, si quería ser coherente con sus ideales, debía enterarse de lo que significa ganarse la vida con el trabajo de sus propias manos. Abandonó sus estudios de bachillerato y empezó un aprendizaje como carpintero. A pesar de sus esfuerzos, el pobre muchacho se percató pronto de que sus aptitudes manuales dejaban mucho que desear, por lo que abandonó su aprendizaje de la carpintería. Terminó entonces el bachillerato y se puso a estudiar para llegar a ser maestro de las materias de física y matemáticas en el bachillerato. En 1924 obtuvo el diploma; pero dada la situación de crisis en Austria, era muy difícil obtener una plaza en alguna escuela, por lo que tuvo que ganarse la vida como asistente social. La difícil situación cotidiana no le impidió, sin embargo, inscribirse como doctorando en la Universidad de Viena, en el área de Psicología, bajo la tutela de Karl Bühler, un prestigioso lingüista y también psicólogo. En 1928, Popper se doctoró con una tesis titulada *Die Methodenfrage der Denkpsychologie*, que puede traducirse por *La cuestión del método en la psicología cognitiva*. En esta tesis se percibe ya que el interés primordial de Popper se dirige más hacia la *metodología* de la psicología que hacia los resultados empíricos de esta disciplina. Ya entonces Popper se revela, conscientemente, como un filósofo de la ciencia.

En 1930, Popper obtuvo por fin una plaza permanente como maestro de bachillerato de física y matemáticas, con lo que su sustento quedó asegurado. Ese mismo año se casó con Josefine Anna Henninger, también maestra de escuela, con quien permanecería unido hasta la muerte de ella, en 1985. Ante el amenazador mundo que se perfilaba en los años 1930 y 1940, el matrimonio Popper decidió no tener hijos.

Por esas mismas fechas, Popper empezó a entrar en contacto con el Círculo de Viena, un grupo de filósofos con formación científica y científicos con intereses filosóficos que habría de tener una enorme influencia en el desarrollo de la filosofía del siglo XX. La corriente intelectual representada por los miembros del Círculo suele denominarse *positivismo lógico*, o a veces también *empirismo lógico* o *neopositivismo*. Aunque la actitud filosófica básica de Popper (orientación científica, valoración de la lógica matemática como herramienta filosófica, claridad y precisión en el uso del lenguaje, deseo de deslindar rigurosamente la ciencia de la metafísica) era muy cercana a la del Círculo de Viena, él dejó claro desde el principio que no compartía una serie de supuestos básicos del Círculo, tales como: el Principio de Verificabilidad (que expondremos en el próximo apartado), la afirmación de la primacía absoluta de la experiencia sensorial como base del conocimiento, el reproche hecho a la metafísica de carecer irremediablemente de sentido, y, en fin, la alta estima de la que gozaba Wittgenstein dentro del Círculo, pues Popper, ya desde entonces y hasta el fin de su vida, siempre consideró que la filosofía wittgensteineana era una forma de «cripto-oscurantismo» disfrazada de rigor lógico. Por ello, y aunque Popper tuviera una relación amistosa con algunos miembros del Círculo de Viena, nunca participó en las reuniones oficiales del mismo. Sus aportaciones a las discusiones del grupo provenían, por así decir, «desde fuera».

A pesar de estas divergencias, algunos miembros del Círculo de Viena, en especial Feigl, se percataron de la importancia y originalidad de las ideas de Popper sobre la metodología científica, y lo alentaron a que las pusiera sistemáticamente por escrito, con la promesa de publicar el texto en una serie editada por el mismo Círculo. Así pudo publicarse en 1934 *La lógica de la investigación científica*. Esta es sin duda la obra más importante de Popper. En ella aparecen ya casi todos los elementos clave de su filosofía de la ciencia; algunos de ellos los desarrollaría

El Círculo de Viena y el positivismo lógico

El positivismo lógico es uno de los movimientos filosóficos más importantes del siglo XX. Se caracteriza por una crítica radical de todas las tradiciones filosóficas anteriores, y en especial de la metafísica. Al positivismo lógico se le califica por un lado de *positivismo* por su actitud declaradamente cientificista, y por otro lado de *lógico*, porque, para muchos de sus análisis y propuestas, hace uso de la lógica matemática (creada unas décadas antes por Gottlob Frege, Bertrand Russell y otros) como herramienta privilegiada del análisis filosófico. Según el positivismo lógico, el análisis de los sistemas metafísicos muestra que no son ni verdaderos ni falsos, sino simplemente carentes de sentido, porque no dan un sentido preciso a los términos empleados ni indican bajo qué condiciones podríamos averiguar la certeza o la falsedad de sus aseveraciones.

El positivismo lógico surgió en los años inmediatamente posteriores a la Primera Guerra Mundial. En su acepción más estricta se le identifica con el Círculo de Viena, fundado a principios de los años 1920 en la capital austríaca por el físico y filósofo Moritz Schlick. Además de Schlick, otros protagonistas del Círculo de Viena fueron: Rudolf Carnap (el más influyente para la posteridad), Otto Neurath (un sociólogo de orientación marxista en un sentido amplio, que fue miembro fundador de la efímera República Soviética de Baviera en 1919), Phillip Frank (un físico muy cercano a Einstein) y Herbert Feigl (otro físico). Los positivistas lógicos consideraban como sus mentores a Ernst Mach, Bertrand Russell y Ludwig Wittgenstein. El *Tractatus logico-philosophicus* de Wittgenstein, con su extremo rigor lógico y su crítica sin concesiones de los sistemas metafísicos como elucubraciones carentes de sentido, causó en ellos un gran impacto. Pero Wittgenstein mismo nunca fue formalmente miembro del Círculo.

El Círculo de Viena duró solo hasta mediados de los años 30. A partir de entonces, a causa del establecimiento de regímenes fascistas en Austria y Alemania, y luego en toda Europa continental, el Círculo dejó

de existir. Schlick fue asesinado en 1936 por un simpatizante nazi, y los demás tuvieron que huir de Europa, casi todos a Estados Unidos.

En un sentido más amplio, el positivismo lógico no se limita al Círculo de Viena ni al periodo de entreguerras. Hubo grupos de filósofos de tendencias parecidas en Berlín, Polonia, los países nórdicos, Inglaterra y Estados Unidos. En este último país, el positivismo lógico fue la filosofía de la ciencia dominante hasta bien entrados los años 60.

Hoy en día no existe probablemente ningún filósofo que se califique a sí mismo de positivista lógico, porque, por su propia dinámica, esta corriente se vio llevada a la autocrítica y a la detección de problemas graves e irresolubles en sus propios principios. Sin embargo, en ello mismo radica su grandeza: es el único ejemplo histórico de un enfoque filosófico que por sí mismo llegó a la conclusión de que sus presupuestos fundamentales no eran correctos. No obstante, por su insobornable honestidad intelectual, su rigor conceptual y metodológico sin precedentes y sus sólidos conocimientos científicos, el espíritu del positivismo lógico ha seguido ejerciendo su influencia hasta el día de hoy.

más amplia y sistemáticamente en escritos posteriores, pero lo esencial ya está allí. Tomada como obra individual es también el libro que más impacto ha tenido en la filosofía de la ciencia del siglo xx; la única obra que puede comparársele por su influencia es *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn, de la que hablaremos en la segunda parte de este libro. La resonancia de *La lógica de la investigación científica* fue inmediata y profunda entre los miembros del Círculo de Viena, y ello a pesar de las acerbas críticas que Popper dirige al positivismo lógico, lo cual demuestra, dicho sea de paso, la apertura de espíritu de sus adeptos. Algunos de ellos, como Carnap, incluso modificaron sustancialmente algunas de sus propias tesis para incorporar las ideas de Popper y lograr una especie de síntesis entre las posiciones primigenias del positivismo lógico y el nuevo enfoque

popperiano. Pero Popper mismo (cuya apertura de espíritu siempre fue incomparablemente menor a la de los positivistas lógicos) nunca aceptó tales intentos de síntesis: o se aceptaba en bloque lo que él decía en *La lógica de la investigación científica* o bien... *¡anatema sit!*

Si bien la ascendencia del libro de Popper fue grande entre los positivistas lógicos y grupos emparentados en otros lugares de Europa, en cambio en los medios filosóficos más tradicionales la obra pasó prácticamente desapercibida, o a lo sumo fue considerada como un exabrupto cientificista más del tan execrado neopositivismo. De todos modos, gracias a la publicación de su libro, Popper pasó de ser un desconocido maestro de escuela a convertirse en un filósofo de la ciencia reconocido y apreciado por sus pares en esta nueva disciplina, que ya se estaba consolidando en las universidades europeas, y no solo en Viena. Y así fue como, en 1935, recibió una invitación a pasar varios meses en Inglaterra, donde tuvo la oportunidad de conocer a los filósofos de la ciencia británicos y trabar amistad especialmente con Bertrand Russell y Friedrich von Hayek.

Esta primera experiencia inglesa fue importante para Popper no solo para su carrera como filósofo, sino en un sentido más amplio y más personal. Él mismo relata que, al llegar a Inglaterra, se sintió como alguien que puede abrir una ventana al aire fresco después de haber estado largo tiempo encerrado en una habitación enmohecida y asfixiante. En efecto, la atmósfera política en Austria se había ido enrareciendo cada vez más desde principios de los años 30. En 1932 subió al poder Dollfuss, un político autoritario y archicatólico, admirador de Mussolini. A principios de 1934, una rebelión socialdemócrata fue aplastada a sangre y fuego. Desde entonces, Popper fue barruntando el plan de emigrar a algún país genuinamente democrático. Pero de momento aún tuvo que permanecer un par de años en Viena.

Nueva Zelanda

En 1937, Popper, cada vez más conocido en el mundo académico anglosajón, recibió la oferta de una plaza en la Universidad de Canterbury, en Christchurch, Nueva Zelanda. No se hizo de rogar, y decidió emigrar con su mujer a ese, para ellos, remoto país. Allí permanecieron hasta concluida la Segunda Guerra Mundial. A pesar de que la carga docente en la Universidad neozelandesa era extremadamente fuerte, Popper decidió que había llegado el momento de sacar el tiempo y la energía de donde fuere para escribir otro gran libro, esta vez no sobre cuestiones de metodología y filosofía de la ciencia, sino sobre filosofía social y política. Ya hemos visto que, desde su temprana juventud, Popper se había interesado siempre por las cuestiones sociopolíticas. Pero hasta entonces no había publicado nada al respecto en tanto que filósofo. Ahora había llegado el momento. El estímulo le vino de la constatación de los horrores causados en casi toda Europa (y en otras partes del mundo) por las ideologías fascistas y comunistas. A las *sociedades cerradas* a las que conducen dichas ideologías, Popper opone la *sociedad abierta*, que en lo esencial no es otra cosa que la democracia liberal, un sistema que, a pesar de todas sus deficiencias, es para Popper el único que le garantiza al individuo un grado aceptable de libertad y bienestar. Así surgieron los dos tomos de *La sociedad abierta y sus enemigos*, publicados en 1945.

Paralelamente a *La sociedad abierta y sus enemigos*, Popper redactó en esos años neozelandeses otro libro, más breve, pero de perfil parecido: *La miseria del historicismo*, que fue publicado casi simultáneamente con el anterior. Es un escrito de carácter más metodológico, o si se quiere, más teórico, a caballo entre la filosofía de la ciencia y la filosofía de la historia. Pero el objeto de la crítica es análogo: las concepciones totalizantes de la sociedad, que ven en el desarrollo histórico de la Humanidad la acción de entidades supraindividuales,

de leyes férreas a las que el individuo debe someterse tanto si quiere como si no. Esto es lo que Popper denomina el *historicismo*,[1] la idea de que la Historia está predeterminada desde el principio, una idea particularmente divulgada en la filosofía alemana del siglo XIX y cuyos protagonistas más conocidos son Hegel y Marx. (El título *La miseria del historicismo* representa, por supuesto, una andanada sarcástica contra el famoso ensayo de Marx, *La miseria de la filosofía*.)

Londres

La publicación de *La sociedad abierta y sus enemigos* y *La miseria del historicismo* le valió a Popper que le ofrecieran una plaza en la *London School of Economics*. En 1946, la pareja Popper emigró a Londres, esta vez definitivamente. En 1949, y sin abandonar la plaza en la *London School of Economics*, Popper fue nombrado profesor de filosofía de la ciencia en la Universidad de Londres.

A partir de los años 50, el renombre de Popper se fue consolidando. A ello contribuyó especialmente la traducción al inglés de *La lógica de la investigación científica*, que hasta entonces solo existía en alemán. La versión inglesa es una revisión y ampliación de la obra original. A partir de entonces, la obra primigenia de Popper se divulgó por todo el mundo y fue traducida a muchas otras lenguas, entre ellas al castellano (en 1962). En los años 1960 y 1970, Popper publicó sus últimos dos grandes libros de filosofía de la ciencia, *Conjeturas y refutaciones* y *Conocimiento objetivo*, que fueron pronto vertidas a las principales lenguas europeas. En la primera, Popper refina y desarrolla ulteriormente las ideas expuestas en su primera gran obra; la principal

[1] Lo que Popper entiende aquí por *historicismo* no tiene nada que ver con el historicismo dentro de la filosofía de la ciencia, como veremos.



Retrato de Sir Karl R. Popper en 1987.

novedad es la introducción del concepto de *verosimilitud*, o *cercanía a la verdad*, que expondremos en el siguiente apartado. En *Conocimiento objetivo*, Popper desarrolla una teoría dinámica del conocimiento humano en general, implícitamente en respuesta al desafío planteado unos años antes por *La estructura de las revoluciones científicas*, de Thomas Kuhn. Para ello se inspira en la teoría de la selección natural de Darwin: nuestras ideas sobre el mundo que nos rodea, y en especial nuestras ideas científicas, resultan de nuestro esfuerzo por adaptarnos a ese mundo y resolver los problemas que se nos presentan, y al igual que en el caso de las especies animales y vegetales, hay ideas y teorías mejor adaptadas que otras a los problemas que enfrentan, pero en definitiva todas nacen, se desarrollan y mueren.

Si bien después de la Segunda Guerra Mundial y hasta su muerte, Popper siguió desarrollando y afinando sus ideas sobre filosofía de la ciencia y teoría general del conocimiento, en cambio poco nuevo tuvo que decir sobre temas de filosofía social y política. Al parecer consideraba que ya no tenía nada esencial que añadir a lo escrito en *La miseria del historicismo* y *La sociedad abierta y sus enemigos*. Curiosamente, sin embargo, fueron justamente sus tesis sociopolíticas las que lo habrían de hacer famoso en la Europa continental, sobre todo en Alemania, donde, a partir de la década de 1960, proliferaron tanto entusiastas seguidores como acérrimos detractores de Popper. Es la época de lo que en alemán se denomina el *Positivismusstreit*, o sea, la *polémica del positivismo*: un enfrentamiento acalorado y prolongado entre los partidarios del liberalismo popperiano (y de su acendrada crítica a Hegel y Marx) por un lado, y por otro la llamada Escuela de Francfort, con Theodor W. Adorno y Jürgen Habermas como sus más conocidos representantes. La Escuela de Francfort, que inspiró una buena parte del ideario de la rebelión estudiantil de 1968, pretendía desplegar una crítica sistemática de la sociedad capitalista contemporánea basándose en una síntesis del marxismo y el psicoanálisis. Pues bien, marxismo y psicoanálisis son dos típicos ejemplos de pseudociencias para Popper, por lo que no es de extrañar la mutua antipatía que se manifestó entre popperianos y «francfortianos» desde el principio. En el mundo anglosajón, la polémica del positivismo fue totalmente ignorada, probablemente debido a la convicción, tan enraizada entre los intelectuales británicos y norteamericanos, de que nada interesante puede esperarse de gente que habla y publica en una lengua que no sea el inglés...

Por esa época, los objetivos de Popper iban por otros derroteros: por un lado, contrarrestar las, para él, perniciosas ideas de Thomas Kuhn sobre el desarrollo de las teorías científicas (de ello trataremos

en la tercera y última parte de este libro); por otro, desplegar una metafísica y una filosofía de la mente coherentes con su filosofía de la ciencia. Ya durante su estancia en Nueva Zelanda, Popper había trabado amistad con el connotado neurofisiólogo John Eccles, y posteriormente publicaron conjuntamente *El yo y su cerebro*. A contracorriente de las concepciones materialistas usuales en los medios científicos y filosóficos de nuestra época, para las que la mente no es una entidad sustancialmente distinta de la materia, Popper y Eccles defienden en su libro un dualismo tajante: lo físico y lo mental son dos mundos autónomos e independientes el uno del otro. Ello, por otra parte, es coherente con la concepción metafísica popperiana de lo que él denomina *los tres mundos*: el físico, el mental y el cultural, que interactúan entre sí, pero son irreductiblemente distintos, concepción desarrollada sistemáticamente en *Conocimiento objetivo*.

Es por esta época también cuando la fama de Popper alcanza su cénit. Recibe gran número de honores en todo el mundo. En 1965, la reina de Inglaterra le concede el título nobiliario de *Knight Bachelor*, por lo que, a partir de entonces, la gente tuvo que dirigirse a Popper apelándolo «Sir Karl». En 1974, la *Library of Living Philosophers*, una colección de volúmenes consagrados a los filósofos aún vivos considerados como los más influyentes de nuestra época, dedicó dos volúmenes, totalizando una treintena de ensayos, al pensamiento de Popper.

En la última fase de su vida, Popper ya no publicó ninguna obra de la enjundia de las anteriores, sino que confeccionó textos de carácter divulgativo, para un público lo más amplio posible, como por ejemplo la colección de ensayos *En busca de un mundo mejor* (1984). Por otro lado, también en estos últimos años se dedicó más que nunca a lo que él mismo consideraba como su pasatiempo intelectual favorito: la traducción y reinterpretación de los filósofos griegos presocráticos.

Los ensayos que escribió sobre ellos se publicaron póstumamente en 1998 bajo el título *El mundo de Parménides*. Siguió intelectualmente activo hasta un par de semanas antes de su muerte.

Karl Popper falleció en Londres el 17 de septiembre de 1994.

La ciencia como empresa masoquista: la búsqueda permanente de nuestros errores

El falsacionismo

Ya hemos indicado anteriormente que las dos áreas en las que el pensamiento de Popper ha sido más influyente, tanto en sus contemporáneos, como para la posteridad, han sido la filosofía de la ciencia y la filosofía social y política. Para Popper mismo, sus contribuciones a ambas áreas están relacionadas entre sí por una actitud filosófica básica que él denomina *racionalismo crítico* (cuya caracterización general expondremos más adelante), el cual, a su vez, vendría fundamentado en una determinada actitud ética de principio. Sin embargo, a pesar de lo que diga Popper mismo, conviene analizar ambas áreas por separado, tanto por razones lógicas de contenido como porque los ámbitos en los que las ideas de Popper han ejercido su influencia son bastante distintos en uno y otro caso; es decir, se pueden aceptar las ideas de Popper sobre metodología científica con independencia de sus tesis sociopolíticas, y a la inversa. En este apartado trataremos del primer pilar del pensamiento popperiano, el que se refiere fundamentalmente a su filosofía de la ciencia; en el apartado siguiente («La sociedad abierta...») expondremos más brevemente sus ideas en materia sociopolítica.

La filosofía de la ciencia de Popper es esencialmente una *metodología*. Es decir, se trata de averiguar cuál es el mejor método para

llevar a cabo las investigaciones científicas. Las ciencias que interesan a Popper aquí son lo que suelen llamarse las *ciencias empíricas* (o sea, las que dependen en último término de las experiencias que nos transmiten nuestros sentidos), y más particularmente las ciencias naturales. Sobre la matemática pura, que es independiente de la experiencia, Popper no tiene gran cosa que decir, y lo poco que encontramos en sus escritos sobre ella no es especialmente original. Y dentro de las ciencias naturales, la ciencia paradigmática para Popper es sin duda la física. Es a la metodología de la física a lo que está dedicada en lo esencial *La lógica de la investigación científica*. Aunque en sus escritos posteriores (sobre todo en *Conocimiento objetivo*) Popper también se interesó por la biología, y en particular por la teoría de la evolución de Darwin, las teorías físicas siempre fueron para él el modelo de una ciencia exitosa. Y la pregunta central de la filosofía popperiana de la ciencia es cómo funcionan *realmente* las teorías físicas, qué es lo que hace que las podamos considerar como un modelo de buena ciencia, y por qué ellas nos conducen a un aumento efectivo de nuestro conocimiento de la Naturaleza.

La respuesta de Popper a esta pregunta es muy simple: las buenas teorías científicas son aquellas que son *falsables*,[2] y cuanto más falsables sean, tanto mejor. El buen científico es aquel que trata de falsar (o refutar, también podríamos decir) las hipótesis que él mismo

2 El verbo *falsar* representa un neologismo castellano que se ha impuesto en las traducciones a nuestra lengua de los escritos popperianos. Fue propuesto por primera vez por el traductor de *La lógica de la investigación científica*, Víctor Sánchez de Zavala, en 1962. Los verbos que Popper emplea originalmente, *falsifizieren* (en alemán) y to *falsify* (en inglés), y los sustantivos correspondientes *Falsifikation* y *falsification* se traducirían normalmente en otros contextos por *falsificar* y *falsificación*, respectivamente. Pero en castellano, estas palabras tienen una connotación negativa o peyorativa, que por supuesto es completamente ajena al uso que hace Popper de ellas en el original. Para Popper, por el contrario, falsar una hipótesis es algo altamente positivo, que conduce a un aumento de nuestro conocimiento, como veremos a continuación.

u otros han concebido. Se trata de una especie de «masoquismo intelectual»: el buen científico (o, más generalmente, cualquier persona intelectualmente honesta) es quien trata constantemente de averiguar qué es lo que anda mal en sus propias creencias acerca del mundo, incluso en las creencias más enraizadas o favoritas. Podríamos decir también que el buen científico es un criticón, y sobre todo un auto-criticón constante e insobornable. A esta posición metodológica se la suele denominar *falsacionismo*. Popper mismo fue más bien reticente a utilizar este término para calificar su propia posición; en general, prefería usar la expresión *racionalismo crítico*, y en sus escritos posteriores incluso llegó a sostener que el falsacionismo *no* era lo esencial de su filosofía de la ciencia. Pero el racionalismo crítico representa, como veremos más adelante, una concepción filosófica más general, que engloba el falsacionismo pero no se agota en él. Ahora lo que nos interesa es este último.

La idea de la falsación (o falsabilidad) de las hipótesis científicas, y concomitantemente del falsacionismo como metodología universal de la auténtica ciencia, representan la contribución más original e influyente de Popper a la filosofía de la ciencia. Nadie, antes de Popper, ni los filósofos ni los propios científicos, había sostenido que el objetivo del conocimiento genuino es, no tanto saber lo que es el caso, sino averiguar lo que *no* es el caso. Es esta idea la que lo hizo famoso, tanto entre sus contemporáneos como posteriormente.

A primera vista, el falsacionismo parece totalmente contra-intuitivo, o peor aún, un mal chiste: pues parece que todo el mundo debería estar de acuerdo en que la meta del esfuerzo cognoscitivo humano, y en particular de la ciencia, es adquirir conocimientos definitivamente sólidos sobre la Naturaleza. Así, en cualquier diario o revista para el gran público solemos leer frases como: «los científicos han demostrado definitivamente que tal-o-cual cosa es el caso». Según Popper, por

el contrario, esperar tales demostraciones definitivas de parte de los científicos es un error metodológico fundamental, y además una vana ilusión. No hay, no puede haber, demostraciones o constataciones *definitivas* en la ciencia, al menos en las ciencias empíricas (la matemática pura es asunto diferente, pero ya hemos advertido que Popper no tiene gran cosa que decir sobre esta disciplina). Nunca podremos saber si lo que *creemos* saber es un conocimiento genuino, al menos en un sentido positivo y al menos en el ámbito de las ciencias.

Precisemos un poco más la idea del falsacionismo. Ella no se refiere a conocimientos particulares que podemos adquirir en nuestra vida cotidiana, ni tampoco a constataciones puntuales que pueda hacer un científico en su laboratorio. Así, por ejemplo, puedo constatar positiva y definitivamente que, en estos momentos, Juan está en su casa, simplemente tocando el timbre y viendo que es el propio Juan quien me abre la puerta. O bien un científico en su laboratorio puede, en un momento determinado y en un lugar determinado, calentar un alambre y con ello constatar definitiva y positivamente que, en ese momento y en ese lugar, el alambre aumenta de longitud. Las proposiciones «Juan está ahora en su casa» o «Este alambre calentado en este momento ha aumentado de longitud» expresan constataciones positivas y definitivas. El problema estriba en que proposiciones como las ejemplificadas acerca de Juan o del alambre calentado por sí solas aún no constituyen ningún conocimiento genuinamente científico. Pues para Popper, al igual que para Aristóteles más de dos mil años antes (y para la gran mayoría de filósofos y científicos), la ciencia, la verdadera ciencia, es *conocimiento de lo universal.* Un recuento de datos tales como que Juan está ahora en su casa, que el alambre que he calentado aquí y ahora se ha alargado, que está lloviendo en estos momentos, que Roma es la capital de Italia y tantos otros hechos singulares a los que nos podemos referir pueden ser más o menos importantes para nuestra vida cotidiana, pero no

constituyen ninguna ciencia. La ciencia genuina no es un mero archivo de datos. El verdadero conocimiento científico consiste en el que nos proporcionan las hipótesis generales y las teorías científicas, y estas no se agotan en una serie de proposiciones particulares. Ya desde la Antigüedad clásica, pero sobre todo desde el advenimiento de la ciencia moderna en el siglo XVII, se dio por supuesto que el objetivo de la verdadera ciencia es proporcionar un conocimiento universal de la Naturaleza, incluyendo cosas o sucesos que no nos son asequibles aquí y ahora. El problema, según Popper, y contrariamente a toda la tradición científica y filosófica anterior a él, es que este objetivo (este sueño, podríamos decir) es inalcanzable. El científico y el filósofo deben aceptar humilde y resignadamente que esto es así, aunque no por ello, nos conmina Popper, deben limitarse a recopilar datos particulares, sino que deben seguir esforzándose por formular hipótesis y teorías generales, aún a sabiendas de que probablemente estas resultarán, a fin de cuentas, falsas.

El «modus tollens»

¿Qué razones puede aducir Popper a favor de esta tesis aparentemente tan contraria a nuestras intuiciones y a lo que cualquier persona mínimamente informada espera de la ciencia? El argumento principal de Popper a favor de su tesis al parecer tan deprimente es de carácter estrictamente lógico-formal. Pero también desempeñaron un papel en el inicio de su concepción una constatación histórica, así como una toma de posición ética. Empezaremos por la constatación histórica, seguiremos por el argumento lógico (que es el central) y terminaremos por la cuestión ética.

Popper se percató pronto (según él mismo, ya en su adolescencia) de que las grandes teorías científicas del pasado, incluso las más exitosas, resultaron ser a la postre falsas. El ejemplo histórico más prominente es el de la teoría de la gravitación de Newton. Durante

más de doscientos años después de que fue formulada por primera vez, esta teoría fue considerada, tanto por los físicos mismos, como por los legos, como una aportación impresionante y definitiva al conocimiento humano: ella explicaba (¡y sobre todo *predecía*!) toda una serie de fenómenos que hasta entonces habían permanecido inexplicables, desde el movimiento de los planetas hasta la oscilación de un péndulo, pasando por las mareas y la forma de la Tierra.

Pues bien, a pesar de todos estos éxitos formidables, a principios del siglo XX apareció ese «alborotador» de Einstein y, apoyándose tanto en sus propias consideraciones teóricas como en los experimentos y observaciones que habían hecho otros, refutó definitivamente la teoría newtoniana. Los experimentos y observaciones posteriores le siguieron dando la razón a Einstein y no a Newton.

Ciertamente podría alegarse que el caso de la teoría de Newton, y de tantas otras *buenas* teorías científicas que en su momento tuvieron más o menos éxito, pero que a la larga resultaron falsas, son casos tristes, pero que no tienen por qué repetirse siempre, y que en principio es factible concebir una teoría que, al menos para cierto ámbito de la realidad, resulte ser definitivamente confirmada y por tanto verdadera sin más. Esto es lo que pensaron (y todavía piensan) muchos científicos: sea lo que sea lo que haya ocurrido en el pasado, algún día daremos con la teoría definitiva sobre el Universo (o al menos sobre una parte de él). Pues bien, en este punto es donde entra en acción el poderoso argumento lógico-formal de Popper: es por razones lógicas estrictas por lo que una teoría científica, por plausible que parezca y por bien corroborada que esté por muchas observaciones y experimentos particulares, nunca podrá contener en sí misma la garantía de su verdad, y estará siempre amenazada de ser refutada. El argumento que emplea Popper para justificar su tesis es una regla de la lógica: el llamado *modus tollens*, una pieza clave en la metodología popperiana.

Las reglas de la lógica formal

La lógica es una disciplina puramente formal, es decir, que no contiene afirmaciones sustanciales acerca del mundo. Su función es proporcionar reglas infalibles de razonamiento que permitan deducir de una o varias proposiciones de partida (las premisas) otra u otras proposiciones, que son sus consecuencias. Si la(s) primera(s) son verdaderas, la(s) segunda(s) también lo serán necesariamente. Así, por ejemplo, de las premisas «Todos los hombres son mortales» y «Juan es un hombre» se deduce necesariamente «Juan es mortal». Dos de las reglas más importantes y de más frecuente aplicación en la lógica son el *modus ponens* y el *modus tollens*. Desempeñan un papel de primer orden en nuestros razonamientos explícitos o implícitos, tanto en la vida cotidiana como en las matemáticas y en las ciencias empíricas. Veamos cómo funcionan ante un sencillo ejemplo. Supongamos que estoy convencido de que es verdad que: (a) si llueve, entonces la calle está mojada, y (b) ahora llueve. Entonces deberé estar también necesariamente convencido de que: (c) ahora la calle está mojada. Para ello no es preciso ni siquiera que eche una mirada por la ventana para cerciorarme de que realmente la calle esté mojada. Las proposiciones (a) y (b) son las premisas (o supuestos) de mi razonamiento, (c) es su conclusión necesaria. A la premisa (a) se la llama una *proposición condicional*: establece la condición de que, para que algo ocurra (por ejemplo, que la calle esté mojada), otra cosa debe ocurrir (por ejemplo, que llueva). En cambio, (b) no es una proposición condicional, sino lo que se llama una *proposición apodíctica*: afirma a rajatabla que llueve. Este es un ejemplo de aplicación de la regla del *modus ponens*. Esquemáticamente, esta regla se formula de la siguiente manera, tomando las letras p y q como variables para proposiciones cualesquiera:

(a) Si p, entonces q (proposición condicional)
(b) p (proposición apodíctica)
Luego: (c) q

En nuestro ejemplo, p = «llueve» y q = «la calle está mojada».

El *modus tollens* es, por así decir, la regla contrapuesta al *modus ponens* y es igual de férrea. Para entenderla, sigamos con nuestro ejemplo de la lluvia y la calle eventualmente mojada. Supongamos que sigo convencido de que, (a) si llueve, la calle está mojada; pero ahora miro por la ventana y constato que (b) la calle no está mojada. En tal caso debo inferir necesariamente que no llueve. El esquema correspondiente es:

(a) Si p, entonces q

(b) No-q

Luego: (c) No-p

Nótese que, en el caso del *modus tollens*, al contrario del *modus ponens*, la negación de una proposición desempeña un papel fundamental. Para utilizar la terminología de Popper, podríamos decir que aquí se trata de una *falsación* (en nuestro ejemplo: la falsación del supuesto de que llueve).

Para comprender la importancia del *modus tollens* para la metodología científica, consideremos el siguiente ejemplo, un poco más complejo que el anterior:

(a) Si Juan está en casa y Pedro toca el timbre con suficiente intensidad, entonces Juan abrirá la puerta

(b) Juan no abre la puerta

Luego: (c) Juan no está en casa o bien Pedro no toca el timbre con suficiente intensidad

Esquemáticamente:

(a) Si p y si q, entonces r

(b) No-r

Luego: (c) o bien no-p, o bien no-q

Si no disponemos de mayor información, en principio no podemos decidir cuál de las dos alternativas es la verdadera. Si queremos decidirnos por una de las dos, deberemos apelar a otros elementos de juicio. Por ejemplo, podemos decidirnos por no-p, porque sabemos previamente

que, a esa hora, Juan no suele estar en casa, o porque sabemos que Pedro siempre toca el timbre con mucha fuerza, etc. Como veremos, esta situación de indecisión es típica en la ciencia cuando se aplica el *modus tollens*, y a ella se referirá Popper detalladamente.

El ejemplo acerca de Juan y Pedro es un caso de aplicación del *modus tollens* a proposiciones particulares, es decir, que se refieren solo a una situación particular. No estamos diciendo que siempre que una persona está en casa y otra persona toca el timbre, la primera abrirá la puerta. Nos estamos interesando solamente por el caso de Juan y Pedro. Este tipo de razonamiento es usual, y hasta importante, en nuestra vida cotidiana. Pero, en cambio, no lo es para la investigación propiamente científica. Ella está interesada por razonamientos que aspiran a tener una validez universal, que sean aplicables a un número indefinido, potencialmente infinito, de casos. Ya hemos dicho que la ciencia trata de lo universal.

En el caso de las teorías científicas, el *modus ponens* y el *modus tollens* se tienen que aplicar de una manera un poco más compleja. En efecto, ahora interviene, además, otra regla lógica muy importante: la llamada instanciación o, dicho más técnicamente, la *eliminación del cuantificador universal*. Para entender el sentido de esta regla, veamos previamente en qué consiste un cuantificador universal (usualmente expresado en castellano por palabras tales como «todo» o «todos» o «cualquiera»). Consideremos la siguiente proposición, que tiene ya un estatuto y una forma cercana a las genuinas leyes científicas: «Todo ser humano tiene (o ha tenido) una madre (biológica)». Reformulemos este enunciado de una manera un poco más explícita que, aun cuando pueda parecer pedante, es más conveniente para el análisis lógico y metodológico: «Para toda entidad x, si x es un ser humano, entonces x tiene una madre». La expresión «para toda entidad x» es lo que se denomina *un cuantificador universal* y la proposición en su totalidad se llama *un condicional cuantificado universalmente*. Esta es la forma paradigmática de las leyes científicas. Ellas se aplican a un número indefinido, poten-

cialmente infinito, de casos. A diferencia del caso de nuestros amigos Juan y Pedro, hay muchos millones de seres humanos que nunca hemos conocido, y si la Humanidad no se auto-aniquila pronto, habrá muchos millones de seres humanos que nunca conoceremos porque habrán nacido después de nuestra muerte. Y, a pesar de este desconocimiento descomunal, estamos seguros de la verdad de la proposición «Todo ser humano tiene una madre». Esta es una característica esencial de todas las leyes genuinamente científicas.

La regla lógica de la instanciacion o eliminación del cuantificador universal permite inferir de una ley general una proposición particular. En nuestro ejemplo, permite pasar de la proposición «Para toda entidad *x*, si *x* es un ser humano, entonces *x* tiene una madre» a la proposición particular «Si Juan es un ser humano, entonces Juan tiene una madre». (En esto consiste justamente la eliminación del cuantificador universal: eliminamos el cuantificador *para toda entidad x*, sustituyéndolo por la instancia particular *Juan*). Y a esta segunda proposición podemos aplicar ahora el *modus ponens* para inferir, de acuerdo con el esquema de más arriba, que Juan tiene una madre. El razonamiento consiste ahora en dos pasos: primero del condicional cuantificado universalmente a la instanciación del mismo para el caso particular de Juan. Y luego para pasar del condicional particular referido a Juan a la conclusión, por *modus ponens*, de que Juan tiene una madre. Esquemáticamente:

(a) Para todo *x*, si *x* es *P* (donde «*P*» designa una propiedad cualquiera, por ejemplo ser humano), entonces *x* es también *Q* (donde «*Q*» designa otra propiedad, por ejemplo ser alguien que tiene una madre)

Luego: (b) Si Juan es *P*, entonces Juan es *Q* (instanciacion de la proposición (a))

(c) Juan es *P*

Luego: (d) Juan es *Q*

¿Cómo se aplica ahora el *modus tollens*? Este es el caso que más interesa a Popper porque, para él, este particular modo de razonamiento representa el núcleo esencial de la metodología científica. La aplicación

del *modus tollens* es ahora un poco más compleja que en el caso de proposiciones particulares del tipo que hemos visto al principio. La razón de esta mayor complejidad estriba en la presencia de una ley general como (a). Veamos el esquema:

(a) Para todo *x*, si *x* es *P*, entonces *x* es también *Q*

Luego: (b) Si Juan es *P*, entonces Juan es *Q* (instanciacion del enunciado (a))

(c) Juan es *P*

(d) Juan no es *Q*

Luego: (e) O bien la ley general (a) es falsa, o bien es falso el enunciado particular (c).

Consideremos ahora con más detalle este último ejemplo de aplicación del *modus tollens* (véase recuadro anterior). Para Popper, el científico *honesto* es aquel que se decide por poner en duda la ley general (a) y no la proposición particular (c). En efecto, la buena metodología científica es aquella que parte de una serie de proposiciones particulares, que se suponen bien asentadas (por ejemplo la proposición de que Juan es un ser humano), para poner a prueba una ley o teoría general (por ejemplo, que todo ser humano tiene una madre). Estas proposiciones particulares que sirven para poner a prueba una teoría, Popper las denomina *proposiciones básicas*. Ahora bien, hace hincapié en que el epíteto *básicas* para este tipo de proposiciones no significa que se trate de proposiciones absolutamente incontrovertibles. En último término, también tienen un carácter hipotético. No obstante, ellas son el resultado de cuidadosas investigaciones empíricas, llevadas a cabo *antes* de poner a prueba la teoría general. Por ejemplo, podemos suponer que se han analizado todas las características anatómicas, fisiológicas y genéticas de Juan, y se ha llegado a la conclusión de que Juan es efectivamente un ser humano (y no, pongamos por caso, un

robot). En tal caso, si después de investigaciones empíricas igualmente cuidadosas, establecemos que no es posible identificar a ninguna persona que sea la madre de Juan, entonces debemos llegar a la cónclusión de que la ley general de que todo ser humano tiene una madre ha quedado definitivamente refutada, o falsada. Por consiguiente, a pesar de que durante miles de años y ante millones de casos, se ha constatado que cada ser humano observado hasta ahora tenía una madre, basta una sola excepción para que se nos derrumbe la teoría de que todo ser humano tiene una madre. Este es el efecto fatal de la aplicación del *modus tollens*. Por supuesto, podemos a renglón seguido empezar a indagar por qué justamente Juan no tiene una madre (por ejemplo, porque quizás ha sido creado artificialmente en el laboratorio); pero esto será la siguiente fase de la investigación científica. Lo que hay que asentar de entrada es que nuestra ley de partida es simplemente falsa.

Claro que, ante una situación de esta naturaleza, podría procederse de otra manera. Para seguir con nuestro ejemplo, podría alegarse que es consubstancial al concepto de ser humano el que cada ser humano tenga una madre, y que si un ser determinado resulta no tener madre, entonces es que, *por definición*, no es un ser humano, y ello sean cuales sean los resultados de las investigaciones empíricas (anatómicas, etc.). Así quedaría salvada la ley (a), aun en el caso contradictorio de Juan, aunque eso sería al precio de convertir lo que parecía ser una ley de la naturaleza con auténtico contenido empírico, en una mera definición: el término *ser humano* se hace sinónimo de *tener una madre*. Esta forma de proceder sería un ejemplo de lo que Popper denomina una *estratagema convencionalista*: por convención, *decidimos* que, sean cuales sean los resultados de nuestra experiencia, todos los seres humanos tienen una madre porque el concepto de ser humano contiene ya de por sí el concepto de tener una madre, del mismo modo que es por convención por lo que admitimos que todo hombre soltero es alguien que no está casado.

Popper acepta que una tal posición es, desde un punto de vista estrictamente lógico, irrebatible. No puede aducirse ningún argumento lógico en su contra. La objeción que puede plantearse a esta posición *convencionalista* no es de orden lógico, sino *ético*: el científico honesto es aquel que trata de formular hipótesis generales que puedan ser puestas a prueba ante la experiencia; y si la prueba sale mal, entonces no se refugiará en estratagemas convencionalistas, sino que desechará la hipótesis de partida y tratará de formular hipótesis alternativas. La razón de ello es que el científico auténtico es aquel que intenta, mediante la formulación de hipótesis generales, alcanzar un conocimiento auténtico de la Naturaleza, y no de limitarse a fijar un modo de hablar. Vemos en este punto cuán importantes son para Popper las tomas de posición éticas, incluso en la metodología científica. La ética precede, y fundamenta, la ciencia.

Se desprende así de la argumentación popperiana una visión muy peculiar de la naturaleza de la investigación científica, una visión que casi podríamos calificar de *trágica*. En efecto, el buen científico es aquel que trata de formular teorías lo más generales posible, teorías que expliquen un espectro lo más amplio posible de hechos, siempre a sabiendas de que, a pesar de los éxitos logrados hasta ahora, en cualquier momento, ante la constatación de un nuevo hecho recalcitrante, esas teorías pueden venirse abajo. Y no se trata solamente de que el científico deba tener en cuenta esa posibilidad, sino de que, si es realmente un buen científico, si es un científico totalmente honesto, debe esforzarse justamente por encontrar ese hecho recalcitrante que refute su propia teoría, o la de sus colegas o maestros. Esto es una instancia de lo que Popper denomina *la actitud crítica*, un aspecto de lo que, en términos más generales, es su propia concepción filosófica, el *racionalismo crítico*: siempre debemos tratar de ser críticos, y en especial auto-críticos, con nuestras creencias asumidas, incluso aquellas

que nos son más caras o que nos parecen mejor fundadas. Esta es la única actitud racional posible.

El problema de la inducción

Hemos dicho que, para Popper, el científico verdaderamente honesto es aquel que trata de falsar, y no de verificar, sus propias leyes y teorías. Esta ha de ser siempre la actitud ética fundamental de la ciencia. Esta concepción de la investigación científica parece ser completamente contra-intuitiva, y en efecto lo es. A fin de cuentas, lo usual, tanto entre legos como entre los propios científicos profesionales, es pensar que una hipótesis general o una teoría puede ser *verificada* (o confirmada, como también se dice) por los hechos descubiertos. Así, por ejemplo, es usual leer en los manuales de astronomía que el descubrimiento del planeta Neptuno implicó una confirmación «definitiva» de la teoría de la gravitación de Newton. Para Popper, no hay nada de eso. Lo que esos descubrimientos positivos implican es solamente lo que Popper denomina una *corroboración* de la hipótesis o teoría en cuestión. El término *corroboración* tiene un significado mucho más débil que *verificación* o *confirmación*. Significa solamente que la teoría se ha «salvado» por el momento, que ha pasado un primer examen. Pero el «suspenso» acecha siempre a la vuelta de la esquina. En cualquier momento, ante la constatación de un nuevo hecho, la teoría mejor corroborada del mundo puede resultar simplemente falsa.

Ninguna teoría o ley general, si es auténticamente científica, puede ser verificada, precisamente porque es una afirmación de generalidad irrestricta sobre el universo, y cualquier número de casos positivos de la ley, por grande que sea, siempre será finito y por tanto insuficiente para garantizar su veracidad fuera de toda duda. Este es el lema fundamental del falsacionismo popperiano. Y ello significa que

David Hume



David Hume fue el primer gran filósofo que impugnó sistemáticamente el método inductivo.

Suele considerarse al filosofo escocés David Hume (1711-1776) como el más influyente representante del empirismo clásico, según el cual todo auténtico conocimiento debe estar basado en la experiencia sensorial (dada por la vista, el oído, etc.), y solo en ella. Hume lleva hasta sus últimas consecuencias la posición del empirismo; para él únicamente existen dos tipos de proposiciones racionalmente aceptables: las puramente formales que expresan relaciones entre conceptos (por ejemplo que ningún soltero está casado o que 8 es un número par), y las proposiciones sobre lo que indagamos a través de nuestras experiencias particulares (por ejemplo que Juan está en casa o que esta planta es verde). Las primeras, que son típicas de la lógica y la matemática, son absolutamente verdaderas, pero no proporcionan ningún conocimiento de la realidad, pues se limitan a establecer relaciones entre conceptos; las segundas, que son típicas de nuestra experiencia cotidiana, expresan efectivamente un conocimiento sobre la realidad, pero un conocimiento solo probable y en cualquier caso referido a situaciones particulares. Todo lo demás, es decir, todo lo que no es reducible a relaciones puramente conceptuales o a constataciones de hechos empíricos, y en particular las aseveraciones de la metafísica y la teología que pretenden proporcionarnos un conocimiento de una realidad trascendente a los sentidos, no tiene ningún fundamento y, según palabras del propio Hume, «debe ser arrojado a las llamas». Hume emprendió una crítica demoledora de nociones clásicas de la metafísica, como las de alma, sustancia o causalidad, pero también de ideas que, en su época, parecían más cercanas a las ciencias como justamente la idea de un método inductivo para alcanzar generalizaciones a partir de un cierto número de hechos particulares empíricamente constatados.

nunca podremos estar *justificados* en creer en la *verdad* de una teoría o ley general, aunque sí podremos estar justificados en creer en su *falsedad*, gracias al *modus tollens*. Ahora bien, muchos autores antes de Popper, tanto filósofos como científicos, han sostenido que sí hay un método para justificar nuestras creencias en leyes generales: el llamado *método inductivo*, o simplemente *inducción*. Es más, muchos han alegado que el método característico de las ciencias empíricas, a diferencia de la lógica y la matemática, que son puramente deductivas, es justamente la inducción como procedimiento para inferir verdades generales a partir de un cierto número de hechos particulares. Este punto de vista está típicamente ilustrado por Francis Bacon, a quien se puede considerar el máximo ideólogo de la naciente ciencia moderna del siglo XVII: para él, la inducción representaba la llave mágica para obtener genuino conocimiento (general) sobre la Naturaleza. Y el propio Newton, un par de generaciones después, asienta como una de las reglas fundamentales de la investigación científica la siguiente: «En la filosofía experimental [así se llamaba entonces lo que hoy llamamos *física*] debemos buscar proposiciones que se infieran por inducción general a partir de los fenómenos de manera exactamente verdadera o muy cercana a la verdad, a pesar de cualesquiera hipótesis contrarias que puedan imaginarse».

La inducción, como genuino método científico para ampliar nuestros conocimientos sobre el mundo, recibió un primer rudo golpe por parte de David Hume a mediados del siglo XVIII. Según él, el razonamiento inductivo, a pesar de que lo aplicamos continuamente en nuestra vida cotidiana, resulta de un mero hábito, psicológicamente comprensible pero racionalmente injustificado. Simplemente, los seres humanos estamos mentalmente constituidos de tal manera que esperamos que nuestras experiencias futuras sean iguales o parecidas a las experiencias pasadas. Pero no hay ninguna justificación racional

para tales expectativas, y en cualquier momento nos podemos llevar una ingrata sorpresa. El quid del asunto lo expuso dos siglos más tarde Bertrand Russell con una jocosa parábola de por qué la inducción no es una buena consejera: el pollo en la granja está acostumbrado a que, cada mañana, el granjero venga a darle de comer; de ahí infiere que, a la mañana siguiente, ello seguirá siendo así; hasta el día en que el granjero llega, y en vez de darle de comer, para su gran sorpresa, le retuerce el pescuezo. Confiar en la inducción puede tener consecuencias fatales...

Aunque Popper no coincide con todos los aspectos de la posición filosófica de Hume (en especial con su empirismo radical), sí que siente por él una gran admiración; considera que Hume resolvió definitivamente el *problema de la inducción*, y que lo resolvió de manera negativa: el razonamiento inductivo no es un tipo de razonamiento racionalmente justificable; y todos los intentos posteriores a Hume por fundamentar de alguna manera algún tipo de método inductivo (intentos que se prosiguieron hasta bien entrado el siglo xx) están inexorablemente condenados al fracaso.

Las teorías científicas como creaciones de la imaginación

En síntesis, para Popper, la única forma de razonamiento científicamente aceptable es el razonamiento deductivo, y ello no solo en la lógica y la matemática, sino también en las ciencias empíricas. ¿Cómo llegamos entonces a las leyes y teorías de la ciencia, si nunca es por inducción? Popper admite que, en muchos casos, podemos llegar a ellas por deducción: deduciendo una ley de otra u otras previamente establecidas. Por ejemplo, podemos deducir (por *modus ponens*) la ley de que todo ser humano tiene una madre a partir de dos leyes más generales, la de que todo ser humano es un mamífero y la de que

todo mamífero tiene un progenitor de sexo femenino. Y estas leyes, a su vez, podrían deducirse de leyes biológicas aún más generales. Pero está claro que este proceso no puede proseguirse indefinidamente: en algún momento llegaremos a las leyes o teorías más generales y fundamentales de una disciplina, que ya no pueden deducirse de otras. ¿Cómo llegamos entonces a tales leyes fundamentales, si no es ni por inducción ni por deducción? La respuesta de Popper es que a ellas no se llega por ningún procedimiento racionalmente controlable: son el producto de la *imaginación*, o de la inspiración, si se quiere, a través de un acto de libre creación semejante al que está en la base de las grandes creaciones artísticas. Así, por ejemplo, dijera lo que dijera el propio Newton sobre la pertinencia del método inductivo en la física, él mismo no concibió la ley de la gravitación universal basándose en un razonamiento inductivo a partir de la observación de hechos particulares, sino que se le ocurrió en un momento de inspiración. Y luego vio que de esa ley tan general podían deducirse leyes más particulares como las leyes planetarias de Kepler o la ley de Galileo de la caída de los cuerpos, las cuales a su vez permitían explicar fenómenos aún más particulares como la órbita del planeta Marte o la trayectoria de un proyectil. El gran científico, al igual que el gran artista, es una persona dotada de una enorme capacidad de imaginación; pero la diferencia entre el científico y el artista estriba en que, el segundo, una vez realizada su obra de arte, se queda satisfecho, mientras que el primero, en cambio, una vez concebida su gran teoría, no se queda tranquilo, sino que la pone una y otra vez a prueba ante los enunciados de base, los que describen experimentos y observaciones particulares que puedan ser contra-ejemplos de la teoría, es decir; que la puedan falsar. El gran científico, a diferencia del gran artista, nunca se contenta con su propia creación...

Suavización del falsacionismo: corroboración y verosimilitud de las hipótesis científicas

La reacción de la gran mayoría de lectores ante esta visión popperiana, a primera vista tan descorazonadora, de la naturaleza de las leyes y teorías fundamentales de la ciencia fue, y sigue siendo, de incredulidad: «Bueno, bueno –piensan–, admitamos que las teorías científicas resultan de una libre creación y que nunca son verificables, sino solamente falsables, pero algo tienen que aportar a nuestro conocimiento de la Naturaleza, no son meras obras de ficción; de lo contrario, ¿por qué realizar tantos esfuerzos para construir teorías que son frecuentemente de un alto grado de complejidad?». Popper fue consciente de la pertinencia de este malestar ya poco después de la publicación de la *Lógica de la investigación científica*, y con el paso del tiempo fue matizando su falsacionismo, dándole una connotación más positiva. Para ello hizo uso de la noción de *corroboración* de una hipótesis general, noción que ya había introducido en su primer libro, pero que fue desplegando una función cada vez más importante en sus escritos posteriores. Ya hemos visto que la corroboración es una noción distinta, y más débil, que la confirmación o que la verificación de una hipótesis. Pero no por ello deja de contribuir de alguna manera a nuestro aumento de conocimientos: no tiene la misma significación cognoscitiva una hipótesis que ha sido corroborada muchas veces y nunca falsada, a pesar de repetidos intentos, que otra hipótesis que nunca ha sido corroborada, o solo pocas veces. Consideremos las dos siguientes hipótesis generales: (a) «todos los animales están compuestos de células» y (b) «todos los organismos que existieron alguna vez en Marte fueron unicelulares». Ambas hipótesis son falsables (y por eso son genuinas hipótesis científicas), aunque ninguna de las dos ha sido falsada hasta ahora. Ahora bien, mientras (a) ha sido corroborada innumerables veces, en cambio (b) no ha sido corroborada

nunca. En este sentido, (a) representa una contribución mucho más útil a la ciencia que (b).

Más allá de la importancia de la corroboración, el siguiente paso hacia una concepción más positiva, y más flexible, de la metodología científica lo dio Popper años después al introducir el concepto completamente nuevo de *verosimilitud*, que desplegó ampliamente en *Conjeturas y refutaciones*. La idea intuitiva es que, si bien las hipótesis generales probablemente sean todas falsas, sin embargo pueden ser más o menos verosímiles, o sea, *aproximadas a la verdad*. El progreso científico consistiría así en la tendencia a establecer hipótesis o teorías cada vez más verosímiles, aunque todas sean probablemente falsas. Para definir su concepto de verosimilitud, Popper emplea las nociones de *contenido de verdad* y *contenido de falsedad* de una proposición cualquiera: el contenido de verdad de una proposición es el conjunto de las consecuencias verdaderas de dicha proposición y el contenido de falsedad es el conjunto de sus consecuencias falsas. Y entonces define el grado de verosimilitud de una hipótesis cualquiera $\mathcal{H}$ como la diferencia entre el contenido de verdad de $\mathcal{H}$ y su contenido de falsedad. La ventaja de esta noción consiste sobre todo en que permite comparar los méritos de distintas hipótesis rivales según su grado de verosimilitud y escoger aquella con mayor grado de verosimilitud. A modo de ejemplo, consideremos como hipótesis rivales la teoría geocéntrica de Ptolomeo y la teoría heliocéntrica de Copérnico. La primera sostiene que los planetas, el Sol y la Luna giran en círculos alrededor de la Tierra. La segunda sostiene que la Luna gira alrededor de la Tierra, pero que todos los planetas, incluyendo la Tierra, giran en círculos alrededor del Sol. Ambas teorías han sido falsadas, pues los planetas no giran en círculos, sino en elipses. Y ambas tienen algunas consecuencias verdaderas, por ejemplo que los planetas giran, y que la Luna gira alrededor de la Tierra. Pero la teoría copernicana es más

verosímil que la ptolemaica, porque, a pesar de su falsedad, tiene al menos una consecuencia verdadera que no tiene la teoría ptolemaica, a saber, que los planetas, incluyendo la Tierra, giran alrededor del Sol. Por consiguiente, es preferible la teoría copernicana, y el paso de la primera teoría a la segunda representó un progreso científico. Así pues, aunque el falsacionismo siguió siendo el núcleo de la metodología popperiana, quedó enriquecido (y se volvió más atractivo) por la introducción del concepto de verosimilitud. El problema, sin embargo, es que, aunque este concepto es intuitivamente plausible, ni Popper mismo ni sus seguidores lograron nunca dar una definición formal adecuada del concepto.

El problema de la demarcación entre ciencia y pseudociencia

El falsacionismo de Popper tiene importantes consecuencias no solo para la metodología científica, sino también para el llamado *problema de la demarcación*, es decir, la cuestión de deslindar las teorías auténticamente científicas de las que no lo son. Más concretamente, se trata de deslindar la ciencia por un lado de la metafísica, y de la pseudociencia por otro. Este era un tema que preocupaba mucho a los filósofos con los que entró Popper en contacto al principio de su carrera intelectual, en particular los miembros del Círculo de Viena. Se trataba de hallar un criterio claro y preciso para deslindar netamente lo que es ciencia de lo que no lo es. Los positivistas lógicos creyeron haber encontrado este criterio en el llamado *Principio de Verificabilidad*: una teoría es científica si es verificable por la experiencia; y si no lo es, añadían, es que esa teoría es una sarta de sinsentidos, pues solo las proposiciones verificables poseen sentido. Para estos filósofos, una proposición tal como «Juan sufre de una infección viral» tiene sentido porque puede verificarse experimentalmente (analizando su sangre, por ejemplo); en cambio, las afirmaciones «Juan tiene un alma

inmortal» (afirmación metafísica) o «Juan es muy introvertido porque nació bajo el signo Escorpión» (afirmación astrológica) son en realidad pseudo-proposiciones, es decir, carecen de sentido, porque no hay modo de verificarlas; a pesar de su apariencia, son igual de absurdas que afirmar «Juan es un babaló» cuando nadie sabe lo que «babaló» significa.

Popper, en cambio, rechaza el Principio de Verificabilidad. Únicamente las proposiciones de base, que describen un hecho particular, son verificables, y ello solo de manera relativa y *cum grano salis*, pues ya hemos visto que, para él, ni siquiera las proposiciones de base son totalmente seguras, siempre pueden ponerse en duda ante nuevas experiencias. En cualquier caso, las leyes generales y las teorías científicas son por principio inverificables: solo son falsables. Por consiguiente, para Popper el criterio de demarcación entre ciencia y no-ciencia (metafísica y pseudociencia) no es la verificabilidad, sino la falsabilidad. Lo que distingue a las teorías científicas es que son falsables; las «teorías» de la metafísica o de las pseudociencias como la astrología, en cambio, no son falsables; y por eso pueden seguir siendo defendidas por sus partidarios sean cuales sean los resultados de los experimentos y observaciones. Ninguna observación acerca de Juan puede falsar la «teoría» de que tiene un alma inmortal (de esta imposibilidad de falsación viven los teólogos, por cierto) o la «teoría» de que es introvertido porque es Escorpión (de esta imposibilidad de falsación viven los astrólogos).

Ahora bien, con respecto a los sistemas metafísicos del pasado, Popper nunca tomó una actitud tan negativa como sus amigos-enemigos del Círculo de Viena. Su tesis no es que tales sistemas sean una sarta de sinsentidos, sino solamente que no son científicos por no ser falsables. Pero, al menos en algunos casos, pueden desempeñar un papel positivo como fuentes de inspiración para una posterior

teoría genuinamente científica. Un ejemplo histórico típico de esta situación es la doctrina del atomismo: cuando los filósofos de la Antigüedad formularon la teoría de que todos los cuerpos están constituidos por átomos, era imposible concebir experimentos que la falsaran; por ello representaba entonces una doctrina metafísica. Sin embargo, mucho más tarde, a principios del siglo XIX, se convirtió en una fuente positiva de inspiración para los químicos, quienes lograron diseñar experimentos para ponerla a prueba, con lo que el atomismo alcanzó el estatuto de teoría científica.

El gran enemigo de los positivistas lógicos era la metafísica; en cambio, para Popper, no es tanto la metafísica, que en algunos casos puede significar un estímulo positivo para la ciencia aún sin ser ella misma una ciencia, sino que son las doctrinas pseudocientíficas las que representan el mayor peligro para el espíritu genuinamente científico. Para Popper, en el siglo XX, las pseudociencias han tenido, desgraciadamente, mucha influencia. No se trata solo de ejemplos tales como la astrología o el espiritismo, que cualquier persona medianamente informada puede desenmascarar fácilmente como patrañas, sino de doctrinas ampliamente divulgadas, incluso en medios académicos, y que se presentan bajo un ropaje aparentemente científico. Los dos ejemplos más notorios de ello son, según Popper, el psicoanálisis y el marxismo. Ni el uno ni el otro son falsables. Sea como sea que se comporte un individuo, el psicoanalista siempre verá en ese comportamiento una prueba de la teoría psicoanalítica de las neurosis; y sea lo que sea lo que ocurra en el seno de una sociedad determinada, el marxista siempre verá en ello una incidencia del principio universal de la lucha de clases. Por lo tanto, como no son falsables, psicoanálisis y marxismo representan ejemplos prominentes de pseudociencias, y, si somos intelectualmente honestos, deberemos desenmascararlos como tales. Con esta valoración tan negativa del psicoanálisis y del marxismo, Popper, por supues-

to, se ganó un gran número de enemigos en todas partes. Pero esto era algo a lo que ya estaba acostumbrado...

La sociedad abierta: el liberalismo como antídoto al totalitarismo

Ya hemos visto en el primer apartado que las experiencias muy personales de Popper en su adolescencia y primera juventud lo condujeron primero a ser un entusiasta marxista y después a ser un crítico decidido del marxismo. Habrían de pasar, sin embargo, veinte años antes de que Popper pusiera por escrito sus reflexiones sobre estos temas. De allí surgirían *La miseria del historicismo* y *La sociedad abierta y sus enemigos*. Ambos libros contienen una crítica sistemática del marxismo, pero no solo de él, como veremos. Simplificando un poco, el primer libro es de carácter más metodológico, el segundo de carácter más ético-político. Empecemos por el primero.

¿Qué entiende Popper por *historicismo*? Se trata de una determinada filosofía de la historia, cuyo postulado central es que el desarrollo de la Humanidad está regido por leyes universales que determinan de manera necesaria los sucesivos estadios de ese desarrollo. Así como todo lo que ocurre en el universo físico está regido por ciertas leyes universales de la Naturaleza, así también el desarrollo de la sociedad humana estaría regido por determinadas leyes históricas. Las leyes concretas postuladas son, en uno y otro caso, naturalmente de contenido muy distinto; pero ambas serían igual de férreas e inviolables.

Pues bien, para Popper el historicismo comete un profundo error porque parte de un supuesto completamente falso: el de que hay leyes de la Historia. Para Popper, tales leyes simplemente no existen. Y eso es así por el carácter intrínsecamente libre, indeterminado, de la acción humana.

Popper no niega la posibilidad de establecer leyes empíricas al estudiar los fenómenos sociales, leyes que puedan ser sometidas a pruebas empíricas. Pero esas son leyes, por así decir, de bajo nivel de generalidad. Incluso da algunos ejemplos de tales leyes sociológicas o económicas; por ejemplo que toda revolución social trae consigo una reacción, o que no puede implementarse una política de pleno empleo sin inflación. Pero, por supuesto, estas modestas leyes que expresan generalizaciones empíricas de bajo nivel acerca de ciertos fenómenos sociales y políticos no son las leyes totalizantes de validez universal en las que piensa el historicista y que supuestamente regirían todo el desarrollo de la Humanidad.

Lo más característico del historicismo es que pretende, mediante sus supuestas leyes de alcance universal, no solo explicar lo que ha ocurrido hasta ahora en la historia de la Humanidad, sino además *predecir* sus estadios futuros, por ejemplo el establecimiento definitivo de un Estado perfecto (Hegel) o de la sociedad sin clases (Marx). Pero tales predicciones son, según Popper, espurias, carecen de toda base científica. En realidad, no son predicciones, sino *profecías*, y como tales expresión de una forma de superstición. Marx, por ejemplo, fue un buen científico cuando analizó la sociedad capitalista de su época, pero se convirtió en un profeta cuasi-religioso cuando propagó la idea de que pronto advendría una sociedad sin clases.

La visión historicista de la sociedad, propugnada especialmente por Hegel y Marx, con su creencia en la inquebrantable validez de leyes del desarrollo de la Humanidad a las que ningún ser humano puede sustraerse, conducen, según Popper, a promover un tipo de sociedad en la que el individuo se convierte en un cero a la izquierda, queda completamente anonadado por un todo que lo engloba, el Estado o la clase social a la que pertenece. Esto es lo que Popper llama una *sociedad cerrada*, que es otro nombre para lo que suele llamarse *totalitarismo*. Por supuesto, las ideologías fascistas y comunistas del

siglo xx, y los Estados que esas ideologías fundaron, son los ejemplos arquetípicos de totalitarismo; las raíces del fascismo las ve Popper en el *estatismo* absoluto propugnado por Hegel, y las del comunismo en la utopía de la *sociedad sin clases* de Marx. Pero, para Popper, el gran precursor de las ideologías totalitarias fue ni más ni menos que Platón. Por ello, Popper dedica el primer tomo de *La sociedad abierta y sus enemigos* a una crítica detallada y sistemática de la utopía filosófico-política por la que abogó Platón en algunas de sus obras.

El ideario político de Platón lo interpreta Popper como una reacción ante las ideas progresistas de la Atenas de Pericles. No hay que olvidar que Platón procedía de una familia aristocrática de viejo cuño, y veía en el proceso generalizado de democratización de las costumbres que tuvo lugar en Atenas en la generación inmediatamente anterior a él un verdadero desastre, el principio del fin de la civilización. Había que superar el caos político, y para ello el único remedio era constituir un Estado fuerte y absolutamente intransigente con cualquier veleidad democrática e individualista, precisamente lo que hoy llamamos un Estado totalitario.

En Hegel ve Popper el sucesor decimonónico del totalitarismo platónico, aunque con la diferencia esencial de la importancia que tiene en el pensamiento de Hegel la dimensión histórica. La configuración de un Estado absoluto no es algo por lo que un individuo, así sea este tan sabio como Platón, deba esforzarse en una época determinada, sino que es algo que se realizará ineluctablemente como consecuencia lógica del desarrollo de la Historia, que no es otra cosa, en Hegel, que el despliegue del Espíritu Absoluto. Hegel veía en el Estado prusiano de su época, un Estado ultra-organizado y ultra-militarizado, a cuyas reglas debía someterse irremisiblemente todo individuo (incluido el rey) en aras del interés general, la aproximación más cercana a un Estado perfecto y definitivamente estable.

Popper le dedica a Hegel una parte del segundo tomo de *La sociedad abierta y sus enemigos*; pero mucha más extensión alcanza su crítica de Marx, el discípulo materialista del idealista Hegel. Marx es para Popper el principal representante del historicismo moderno, y de la filosofía social y política que él no se cansa de combatir. Ahora bien, la postura de Popper hacia Marx es hasta cierto punto ambivalente. Valora positivamente el análisis que hace Marx del capitalismo de su época, y sobre todo el énfasis *moral* que pone Marx en la descripción de los enormes sufrimientos que debían sobrellevar los obreros de entonces. También acepta hasta cierto punto el *economicismo* de Marx, es decir, la idea de la importancia que revisten los procesos económicos en la configuración de la sociedad de una época, si bien Popper no admite que la economía lo explique todo: simplemente no es cierto que los seres humanos, con todas sus creencias y propósitos, estén totalmente predeterminados por la clase social a la que pertenecen y los modos de producción. Hay esferas en la vida de la gente que no son meramente el producto de sus intereses económicos, sino de la expresión de su libertad y de su sentido de la responsabilidad, y en eso consiste, entre otras cosas, la acción política (además de la creación artística o la investigación científica). La política no es enteramente reducible a la economía, y mucho menos lo es la cultura en general.

Pero si bien Popper valora en parte positivamente, en parte negativamente, el economicismo de Marx, su análisis se convierte en una crítica despiadada cuando se trata del historicismo, y de la profecía marxiana del advenimiento definitivo de una sociedad sin clases a través de una revolución proletaria (violenta), *la* revolución supuestamente definitiva. Toda revolución es, para Popper, un asunto sumamente arriesgado, pero lo es tanto más cuanto mayor pretende ser su alcance, cuando se propone cambiar absolutamente todo en una



Popper vio en Platón, Hegel y Marx los tres principales defensores de sociedades cerradas en la tradición filosófica occidental. Hacia ellos dirige sus más duras críticas en *La sociedad abierta y sus enemigos.*

sociedad. Las consecuencias de una revolución, al ser un evento de tal magnitud, son imprevisibles; si queremos cambiar todo a la vez en una sociedad, lo más probable es que ello conduzca al caos, o a la dominación implacable de una nueva casta de burócratas.

Popper acepta, e incluso enfatiza, la necesidad de reformas sociales y políticas para resolver los problemas, con frecuencia acuciantes, con los que se enfrenta una sociedad determinada. Pero *reforma* es algo muy distinto de *revolución*. Las reformas no pretenden mejorar toda la sociedad de una vez, sino paso a paso: primero se resuelve este problema, luego el otro, luego el siguiente. Esta metodología para resolver problemas sociales la describe Popper como una *ingeniería social*. Es un modo de proceder parecido al del ingeniero o del científico experimental que trata de resolver un problema complicado: primero se fijan ciertos parámetros, y se modifican otros para ver qué pasa. Si ello conduce a un resultado satisfactorio, en el paso siguiente se modifican algunos de los parámetros que antes se habían fijado. Y así sucesivamente. Este es el espíritu reformista, por el que aboga Popper, completamente distinto del espíritu revolucionario.

El único tipo de revolución que acepta Popper es aquel que desbanca un régimen dictatorial o autoritario para dar paso a una sociedad genuinamente democrática, o sea, una *sociedad abierta* en su terminología. Una sociedad tal es aquella en la que justamente nadie detenta el poder absoluto, y en la que el Estado no es un fin en sí mismo. En una sociedad abierta, el poder político siempre está controlado por una multiplicidad de instituciones o contra-poderes, y su finalidad es siempre beneficiar a todos y cada uno de los individuos, no una instancia supuestamente superior a ellos.

Thomas S. Kuhn

De la física a la filosofía pasando por la historia de la ciencia

Un joven físico prometedor... pero indeciso

Thomas Samuel Kuhn nació el 18 de julio de 1922 en Cincinatti, Estado de Ohio, en Estados Unidos, en el seno de una familia judía no practicante. La mayor parte de su infancia y adolescencia la pasó Kuhn en los Estados de Nueva York, Pensilvania y Connectitut, en diversos colegios. El adolescente Thomas sentía un gran respeto por su padre, ingeniero industrial, al que con frecuencia pedía consejo. Su madre trabajaba como correctora en una editorial y poseía una amplia cultura humanística. En el bachillerato, Thomas se percató de que las asignaturas que más le interesaban, y en las que sacaba las mejores notas, eran, por igual, la física y las matemáticas, aunque también empezó a interesarse en esa época por la filosofía, al parecer por la influencia de un tío suyo que era un ferviente admirador de Spinoza y con quien solía charlar sobre temas especulativos. En cualquier caso, al terminar el bachillerato, Kuhn no sabía si dedicarse a la física o a las mate-

máticas, y le pidió opinión a su padre. Este le aconsejó que estudiara física, porque en caso de que no pudiera hacer una carrera académica, al menos tendría buenas posibilidades de encontrar trabajo fuera de la Universidad. Así que en 1940, el joven Kuhn comenzó sus estudios de física en la Universidad de Harvard (en la que también había estudiado su padre), pero consiguió que la Facultad de Física aceptara que él tomara algunos créditos en Filosofía; asistió a cursos sobre los grandes filósofos clásicos de la Antigüedad y la Edad Moderna, pero el que le causó mayor impacto, hasta el punto de significar para él una especie de revelación, fue Kant, una influencia que le duraría el resto de su vida. Terminó la Licenciatura en Física (*Bachelor*, según la denominación norteamericana) en 1943, un año antes de lo usual. Durante estos años de estudiante de licenciatura, Kuhn participó en la redacción de la revista de los estudiantes de Harvard, *Crimson*. La gran mayoría de quienes participaban en esta revista provenían de las Humanidades; pero el estudiante de física Thomas Kuhn consiguió ganarse su respeto y admiración, y llegó a ser el director de la revista. Al mismo tiempo le propusieron formar parte de un club de debates intelectuales llamado *Signet Society*, del que también llegó a ser presidente. Todo esto le dio cierta fama de «científico abierto a las Humanidades», lo cual habría de resultar un factor positivo en la configuración de su carrera posterior.

Durante la Segunda Guerra Mundial, Kuhn fue enrolado por el Ejército como experto en radares. Terminada la guerra, regresó a Harvard para inscribirse como doctorando en física teórica, después de obtener la Maestría (*Master*) en 1946. Sin embargo, dudaba de que su verdadera vocación fuera la física, pues sentía un interés cada vez mayor por las cuestiones filosóficas; consiguió, una vez más, que la Facultad le permitiera obtener parte de sus créditos asistiendo a cursos de filosofía. Aunque por esa época Kuhn se percató de que no iba a dedicarse a una



Retrato de Thomas Kuhn tomado en 1973.

carrera de físico profesional, decidió terminar el doctorado en física con una tesis sobre el estado sólido, que concluyó brillantemente. Su director de tesis fue John van Vleck, quien posteriormente habría de recibir el Premio Nobel. Pero el verdadero mentor de Kuhn en esa época fue el propio Presidente de Harvard, James B. Conant, un químico de fama reconocida, pero que desde hacía ya cierto tiempo se interesaba, más que nada, por temas de filosofía de la ciencia y de historia de la ciencia, e incluso impartía cursos y publicaba ensayos sobre esas materias. Kuhn había atraído la atención de Conant por sus actividades en la revista *Crimson* y en la *Signet Society*, justamente por ser un «científico humanista». Y, de una manera un tanto sorprendente, Conant le propuso a Kuhn que impartiera un curso sobre la mecánica de Aristóteles, incluso antes de que hubiera terminado el doctorado. Kuhn se dedicó con entusiasmo a preparar ese curso, y esa fue, seguramente, la experiencia más decisiva en su devenir intelectual. En efecto, al profundizar sobre el tema, Kuhn se percató de que la mecánica de Aristóteles era una teoría

completamente sólida y coherente en sí misma, y no la expresión de un cúmulo de errores sin ningún valor científico. Esta experiencia, que expondremos con mayor detalle en páginas posteriores, fue crucial para la carrera ulterior de Kuhn. ¿Por qué fue tan decisiva esta experiencia «aristotélica» para él? Pues por al menos tres razones: la primera es que se convenció de que la mejor manera (o incluso la única manera válida) de analizar las contribuciones científicas del pasado es «metiéndose en la cabeza» (según expresión del propio Kuhn) de sus autores; la segunda, como consecuencia de la primera, es que los historiadores profesionales de la ciencia habían errado hasta entonces en su metodología, al valorar las contribuciones científicas del pasado a través de los lentes de lo que *actualmente* se consideran teorías correctas, y que por tanto había que cambiar de metodología en la historia de la ciencia (tarea a la que Kuhn habría de dedicarse el resto de su vida); la tercera consecuencia de su experiencia, la más importante, fue que Kuhn barruntó ya ante ese caso concreto que la historia de la ciencia no es *lineal*, no representa un progreso continuo y cumulativo desde concepciones muy «primitivas» hasta alcanzar las teorías actuales; en otras palabras, que en el transcurso histórico de las disciplinas científicas se dan rupturas dramáticas en el modo de ver la Naturaleza, «cambios de paradigma» para decirlo en la terminología que Kuhn emplearía posteriormente. En resumen, al preparar su curso sobre un tema aparentemente tan secundario como la mecánica de Aristóteles, Kuhn sentó las raíces de lo que años después expondría ampliamente en su espectacular obra, *La estructura de las revoluciones científicas*.

El salto a la historia de la ciencia... para preparar otro salto a la filosofía de la ciencia

Después de dar su curso sobre Aristóteles, y viendo que había tenido éxito y que Conant estaba satisfecho con él, Kuhn decidió definitiva-

mente que, después de obtener el doctorado en Física (cosa que ocurrió en 1949), no iba a dedicarse a esta disciplina, sino a la filosofía de la ciencia, aunque adquiriendo antes el conocimiento más sólido posible de la historia de la ciencia; en efecto, esta era para él la vía más adecuada para llegar a la filosofía (si bien la historia también le interesaba por sí misma).

En 1948 (aún antes de terminar el doctorado) Kuhn se casó con Kathryn Muhs, con quien vivió una treintena de años antes de divorciarse en 1979. Con ella tuvo dos hijas y un hijo. En 1982 habría de casarse en segundas nupcias con Jehane Burns, con la que no tuvo hijos. Jehane habría de contribuir de manera significativa a la preparación de la obra póstuma de Kuhn, *El camino desde la Estructura*, publicada en 2000.

Poco después de casarse con Kathryn, ambos viajaron a Inglaterra y Francia. En Francia conoció a Alexandre Koyré, quien ya entonces era una personalidad muy reconocida en el ámbito de la historia de las ideas, y que hasta cierto punto puede considerarse como un precursor del enfoque kuhniano. Probablemente, Koyré era en esa época el único historiador de las ideas capaz de hacer sistemáticamente lo que Kuhn perseguía como objetivo: «meterse en la cabeza» de los científicos del pasado, en vez de valorarlos desde la perspectiva actual. Los estudios de Koyré sobre Galileo y Newton llenaron de entusiasmo al joven Kuhn.

Al regresar de su viaje a Europa, Kuhn consiguió, con el apoyo de Conant, ser admitido como *Junior Fellow* de la *Society of Fellows* de Harvard. Con ello se apuntó un muy buen tanto para su futura carrera académica. En efecto, la *Society of Fellows* es una institución muy prestigiosa en el panorama científico norteamericano, que admite en su seno como jóvenes investigadores solo a personas extraordinariamente capaces y prometedoras. Y ello, además, con una subvención sustancial que les permite dedicarse exclusivamente a la investigación durante tres años.

El sistema ptolemaico

Desde tiempo inmemorial, los seres humanos han sentido una gran curiosidad por lo que sucede en el cielo, por el movimiento del Sol y los demás astros; en muchas culturas antiguas, esa curiosidad iba aparejada con las creencias religiosas, pues se suponía que los astros eran dioses o la manifestación de los dioses. Ahora bien, hasta el siglo XVI todo el mundo consideraba evidente que la Tierra permanece fija en el centro del Universo y que todos los astros, incluyendo el Sol, giran en círculos alrededor de ella. Imaginar otra cosa habría parecido una elucubración demencial, totalmente contraria a lo que nos dicen los sentidos. La estructura del Universo no podía ser otra cosa sino un sistema *geocéntrico*, es decir, centrado en la Tierra.

Los babilonios, alrededor del siglo VIII a.C., fueron los primeros en tratar de elaborar un sistema geocéntrico preciso, incluso matematizado, que les permitiera en particular predecir los eclipses y las posiciones futuras de los planetas; esto les interesaba sobre todo por razones astrológicas. Los datos tan precisos recabados por los babilonios se filtraron con el tiempo a los antiguos griegos, quienes, ya libres de las motivaciones astrológicas, añadieron sus propias observaciones y sus propios cálculos, e intentaron asentar un sistema matemáticamente preciso y coherente del Universo. Una tarea nada fácil: el principal problema provenía del movimiento de los planetas (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno: los planetas conocidos entonces). En efecto, estos astros parecen moverse de manera irregular en el cielo nocturno, a veces se adelantan con respecto a las estrellas fijas, a veces se retrasan o dibujan extrañas curvas. La palabra *planeta* significa en griego *vagabundo.* ¿Cómo dar cuenta de movimientos tan irregulares? A Eudoxo, un matemático contemporáneo de Platón, se le ocurrió la siguiente idea: los planetas no giran directamente en círculos alrededor de la Tierra, sino en círculos alrededor de un punto inmaterial, el cual, a su vez, sí gira alrededor de la Tierra; con ello se podían predecir mejor los movimientos

planetarios, si bien todavía no de manera totalmente exacta. A estos círculos ideales que giran alrededor de la Tierra se les denominó *epiciclos*. Aproximadamente un siglo más tarde, a otro matemático griego, Aristarco, se le ocurrió una idea completamente distinta: suponer que la Tierra es también un planeta y que, junto con los demás planetas, gira sobre sí misma y a la vez alrededor del Sol. Pero a sus contemporáneos, la idea de Aristarco les pareció tan alocada, que nadie la tomó en serio. La solución pareció más bien refinar la propuesta de Eudoxo y añadir más epiciclos a los postulados por él, o sea, epiciclos que giran alrededor de otros epiciclos, y así sucesivamente... una especie de roseta. La versión definitiva y matemáticamente muy precisa de este complicado sistema de epiciclos planetarios girando todos alrededor de la Tierra la proveyó Ptolomeo en el siglo II d.C. en su obra titulada *Almagesto*. Durante casi 1.500 años, este fue el texto estándar de astronomía. Por ello, al sistema geocéntrico se le conoce también como *astronomía ptolemaica*, aunque esta denominación sea algo injusta con sus predecesores.

Una de las consecuencias de este reconocimiento fue que, en 1956, Kuhn obtuvo una plaza como profesor asistente en la Universidad de Berkeley para las materias de filosofía de la ciencia e historia de la ciencia; y poco después fue nombrado catedrático. Estando ya en Berkeley, publicó su primer gran libro, *La revolución copernicana* (1957). Con esta obra, Kuhn demostraba a todo el mundo, por si aún cabían dudas, que era un excelente historiador *profesional* de la ciencia. Por supuesto, ya antes de Kuhn muchos otros historiadores se habían ocupado del tema de la transición de la astronomía geocéntrica a la heliocéntrica, y Kuhn corría el riesgo, al elegir ese tema para su primer libro, de que los colegas y el público en general pensaran que no se trataba de un estudio particularmente original. Pues bien, Kuhn asumió ese riesgo y demostró que se podían decir cosas enteramente nuevas, e interesantes, sobre ese evento tan espectacular de la historia de la

ciencia. El libro de Kuhn sobresale por dos características: en primer lugar, se trata del estudio más sistemático que existe sobre las razones *internas* que condujeron al paso de la astronomía geocéntrica a la heliocéntrica, y el autor no le ahorra al lector pasajes sumamente técnicos, matemáticos, que a veces hacen la lectura difícil, pero que son necesarios para comprender todo el intríngulis de esa gran revolución científica. En segundo lugar, Kuhn no se limita a analizar el logro científico de Copérnico, sino que inserta este en un marco histórico mucho más amplio, que incluye factores sociales, filosóficos, teológicos, y traza la evolución de las ideas sobre el Universo desde mucho antes de Ptolomeo (y no digamos de Copérnico), concretamente desde los albores de la civilización griega, hasta las grandes crisis del siglo XVI. En resumen, Kuhn dibuja un panorama a la vez técnicamente muy preciso y de alcance muy amplio. Este primer gran estudio de Kuhn no trata de cuestiones de filosofía de la ciencia, al menos en una primera lectura; pero es evidente ya en ese libro la gran significación que Kuhn otorga a la cuestión de las revoluciones científicas para comprender la naturaleza de la ciencia.

Inmersión en la filosofía de la ciencia... sin descuidar la historia de la ciencia

Ya desde antes de la publicación de *La revolución copernicana*, Kuhn había comenzado a tomar apuntes sobre las cuestiones epistemológicas que más le interesaban, y en especial sobre la naturaleza de los grandes cambios en el desarrollo del conocimiento científico: los temas que luego habrían de cuajar en su segundo gran libro, *La estructura de las revoluciones científicas*. Con el primer libro, Kuhn había mostrado al público que era un buen historiador de la ciencia; con el segundo quería mostrar que también era un buen filósofo de la ciencia.

En los primeros años después de su publicación, *La estructura de las revoluciones científicas* no tuvo la resonancia que Kuhn esperaba. Él mismo nos cuenta que escribió ese libro pensando primordialmente en los filósofos de la ciencia. Pero estos, al menos de momento, no se mostraron especialmente impresionados. Hubo algunas reseñas del libro en revistas de filosofía, que no fueron muy positivas. En esa época, todavía dominada en gran medida por los herederos del positivismo lógico, la opinión de la mayoría de los filósofos de la ciencia parece haber sido la de que el libro de Kuhn era el texto de un *historiador* de la ciencia, que decía cosas interesantes, sin duda, pero que no tenían gran cosa que ver con las cuestiones genuinas de la *filosofía* de la ciencia. Y, por otro lado, en el campo de los historiadores profesionales, se dio el efecto paralelo y contrapuesto: con ese libro, Kuhn se habría pasado al bando de los filósofos y habría dejado de ser un auténtico historiador. Curiosamente, y para sorpresa del propio Kuhn, el primer ámbito disciplinario en el que su libro sí tuvo un verdadero impacto, fue el de las ciencias sociales, y en particular de la sociología de la ciencia. En efecto, dentro del enfoque kuhniano, hay una entidad sociológica que desempeña un papel preponderante como «portadora de un paradigma»: las *comunidades científicas*, es decir, pequeños grupos de personas que investigan cierto campo compartiendo una serie de ideas básicas e interrelacionándose estrechamente entre sí. Tales comunidades son en gran medida independientes de los objetivos y las estructuras de las instituciones, Estados, empresas, etc., con las que sin duda están relacionadas de alguna manera, pero que no son esenciales para comprender la naturaleza intrínseca de la investigación científica. Este enfoque *micro-sociológico* en el estudio de la ciencia despertó rápidamente el interés de una nueva generación de sociólogos, aunque no fueran ellos en quienes pensara primordialmente Kuhn al publicar su libro.

La revuelta historicista en filosofía de la ciencia

Antes de la década de 1960, la inmensa mayoría de los filósofos de la ciencia mostraban escaso interés por el análisis de la ciencia desde una perspectiva histórica. Su principal objetivo era proponer una interpretación, más o menos formal (es decir, empleando métodos provenientes de, o inspirados en, la lógica y las matemáticas), de las estructuras por así decir *estáticas* implícitas en el conocimiento científico, estructuras que se suponía habían de ser válidas para cualquier teoría y cualquier periodo de la historia en que se hiciera ciencia de manera genuina. Las cuestiones de la dinámica de las teorías científicas no estaban totalmente ausentes de su reflexión, pero eran consideradas desde un punto de vista ahistórico. Es el caso, como lo hemos visto en la primera parte de este libro, de Popper, en quien encontramos la idea de una dinámica científica fundada en la metodología de la falsación: el motor de la investigación científica consiste siempre en poner a prueba una teoría tantas veces como sea necesario, hasta su refutación por la experiencia, lo cual conduce a formular una nueva teoría, que algún día también será refutada y así indefinidamente. Esta visión de lo que debe ser una metodología adecuada de la ciencia no puede pretender procurar un modelo de lo que efectivamente ocurre, o ha ocurrido, a lo largo de la historia de la ciencia; en realidad, se trata de una propuesta *normativa* de la forma en que las ciencias deberían haber evolucionado en el curso de la historia. Esta actitud básicamente normativa y ahistórica es un rasgo común a Popper, y al Círculo de Viena y sus herederos.

Esta concepción de la tarea de la filosofía de la ciencia cambia radicalmente a partir de la década de 1960 a raíz de la *revuelta historicista* dentro de la filosofía de la ciencia: ahora pasa a primer plano el esfuerzo por dar cuenta de la historia real de la ciencia, es decir, construir modelos de cambio científico adecuados al desarrollo efectivo de las ciencias en el curso de su historia. No se trata, ciertamente, de sustituir la filosofía de la ciencia por la historia de la ciencia: estos «rebeldes historicistas» si-

guen teniendo preocupaciones básicamente epistemológicas, pero las quieren abordar dentro de una perspectiva histórica. El principal protagonista de esa nueva manera de entender la tarea genuina de la filosofía de la ciencia es, sin duda, Thomas Kuhn. Pero también desempeñaron un papel importante en ese giro Paul Feyerabend e Imre Lakatos, casi simultáneamente, y unos años después Larry Laudan. Como predecesores de la revuelta historicista suelen citarse también autores de la década de 1950, como Norwood R. Hanson y Stephan Toulmin, aunque tuvieron un impacto considerablemente menor, quizás porque fueron menos enfáticos en sus tomas de posición.

Paulatinamente, sin embargo, los filósofos de la ciencia se fueron interesando cada vez más por la visión del desarrollo de las teorías científicas expuesta en *La estructura de las revoluciones científicas*: dejaron de considerar a Kuhn como un mero historiador y comprendieron que la interpretación de la ciencia propuesta por él implicaba un formidable reto para una serie de ideas tradicionales de la filosofía de la ciencia, ideas acerca de lo que es el progreso científico, acerca de los criterios de identidad de las teorías, acerca de cómo se ponen a prueba, acerca de la relevancia de la historia de la ciencia (y de la psicología de la ciencia) para la filosofía de la ciencia, etc. Fue el inicio, a mediados de la década de 1960, de lo que, en retrospectiva, suele denominarse *la revuelta historicista* en filosofía de la ciencia: una revuelta disparada, no solo, pero sí en gran medida, por la concepción kuhniana de las revoluciones científicas. La comunidad de los filósofos de la ciencia se dividió en dos bandos irreconciliables (a pesar de los intentos de mediación del propio Kuhn): por un lado, los que execraban las ideas kuhnianas y, por otro, los que se sentían entusiasmados por ellas.

Un evento que contribuyó a divulgar entre los filósofos de la ciencia el interés (ya fuera positivo o negativo) por las ideas de Kuhn fue un Coloquio Internacional sobre Filosofía de la Ciencia, que tuvo lugar en 1965 en el Bedford College de la Universidad de Londres. A ese coloquio fue invitado Kuhn para exponer su novedosa concepción del desarrollo de la ciencia... y para recibir las fuertes críticas de los popperianos, en particular del propio Popper. A este evento y sus consecuencias nos referiremos en la última parte de este libro.

Durante su estancia en Berkeley, Kuhn conocio a Paul Feyerabend. Ambos constataron, asombrados, que habían acuñado, simultánea e independientemente, el concepto de *inconmensurabilidad* para describir la relación que existe entre dos teorías rivales. (Analizaremos esta noción más abajo.) Por ello, a la tesis de que se da una inconmensurabilidad entre teorías rivales, también se la suele conocer como «tesis Kuhn-Feyerabend». Ahora bien, aparte de compartir la idea de la inconmensurabilidad y de su interés por la historia de la ciencia, las posiciones filosóficas de Kuhn y Feyerabend son bastante diferentes.

A mediados de los años 1960, y a pesar de su creciente fama, Kuhn estaba cada vez menos satisfecho con sus colegas de la Universidad de Berkeley, especialmente los filósofos, quienes guardaban una actitud muy distanciada hacia él. Así que decidió aceptar la propuesta de la Universidad de Princeton para establecerse allí como catedrático. En Princeton, donde estuvo entre 1964 y 1979, Kuhn se sintió mucho mejor acogido y más estimulado que en Berkeley. No obstante, seguía sintiéndose incomprendido en el medio académico en general, y sobre todo en el medio filosófico; y ello tanto por parte de sus simpatizantes como por sus detractores. Los primeros solían (y suelen) provenir de una tradición *sociologista* y *relativista*, para la cual los conceptos y las teorías científicas son, como todo lo demás, el producto de ciertas constricciones sociales y de su evolución histórica, y no pueden pre-

tender proporcionar un conocimiento objetivo de la realidad. Y sus detractores le echaban en cara justamente lo mismo: ser un relativista sociologista, y además un *irracionalista*, que concibe el desarrollo de la ciencia como un proceso no guiado por la razón, sino por los prejuicios y las pasiones.

Kuhn siempre se defendió de estas posiciones extremas que se le endilgaban. Así lo hizo en el Coloquio con los popperianos que ya se ha mencionado, luego en el Apéndice a la segunda edición de su libro (publicada en 1970), y finalmente en una serie de ensayos reunidos en 1977 bajo el título *La tensión esencial*. En todos estos escritos posteriores a *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn trató de precisar lo que era su verdadera posición, haciéndola más fácil de digerir para sus opositores. Incluso, ante los filósofos «clásicos» de la ciencia que lo acusaban de ambigüedad y de falta de rigor formal, aceptó esta objeción y puso en claro que él no estaba por principio en contra del uso de métodos formales (además de los históricos) para analizar las teorías científicas, sino que simplemente no había encontrado los instrumentos adecuados para ello, pues las nociones más o menos formales (es decir, provenientes de la lógica y las matemáticas) utilizadas hasta entonces por los filósofos de la ciencia le parecían inadecuadas. En este sentido es significativa su recepción positiva de los nuevos métodos formales para analizar y reconstruir las teorías científicas que habían desarrollado a principios de la década de 1970 Joseph Sneed, Wolfgang Stegmüller y sus colaboradores (entre otros el autor de este libro), y que se conocen como *concepción estructural de las teorías científicas* o también *estructuralismo metateórico*. Sobre este punto volveremos en la última parte de este libro.

A partir de entonces, Kuhn se propuso estudiar más a fondo los métodos formales de análisis, y en cualquier caso tomar más en serio las categorías que los lógicos y los filósofos del lenguaje habían im-

plementado. En años posteriores, la problemática de la relación entre lenguaje y realidad ocupó un lugar preeminente en las reflexiones de Kuhn.

En 1979, y a pesar de que no estaba descontento con su posición en Princeton, Kuhn aceptó la oferta que le hizo el Massachusetts Institute of Technology de Boston de ocupar la prestigiosa cátedra de filosofía de la Fundación Rockefeller. Allí permaneció, muy satisfecho, hasta su jubilación en 1991.

En los últimos años de su vida, Kuhn se dedicó con ahínco a redactar lo que deseaba fuera su segunda gran obra en filosofía de la ciencia, que había de proseguir el camino trazado por *La estructura de las revoluciones científicas*, pero precisándolo y utilizando de manera más sistemática las categorías filosóficas. Desgraciadamente, no pudo culminar ese proyecto a causa de su grave enfermedad (cáncer de pulmón) y la muerte consiguiente, acaecida el 17 de junio de 1996, en Cambridge, Massachusetts.

Los ciclos de la ciencia: paradigmas, ciencia normal, crisis y revoluciones

Crítica de la filosofía clásica de la ciencia

En *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn presentó una visión de la actividad científica radicalmente novedosa y en contradicción con la dominante hasta entonces en la filosofía de la ciencia. Algunos comentaristas han señalado que esa nueva perspectiva tiene algunos predecesores como el historiador ya mencionado Alexandre Koyré, el médico y filósofo Ludwik Fleck, y el filósofo de la ciencia Stephen Toulmin, entre otros. No obstante, es indudable que, por la

articulación y el desarrollo de las tesis, por su elaboración y precisión ulteriores y, sobre todo, por la enorme influencia que ejercieron en la filosofía de la ciencia (y no solo en ella), corresponde a Kuhn el mayor protagonismo en el surgimiento de la nueva concepción acerca de las características esenciales de las ciencias empíricas. En *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn trata de manera compacta de casi todos los temas fundamentales de la filosofía de la ciencia bajo una perspectiva completamente nueva. Veamos cuáles son los elementos esenciales del nuevo enfoque.

Es frecuente interpretar el significado de la *revuelta historicista* en la filosofía de la ciencia, de la que Kuhn fue el principal campeón, como un alegato a favor de una perspectiva histórica en el análisis de la ciencia. Sin embargo, esa sería una interpretación demasiado restrictiva de las consecuencias epistemológicas y metodológicas del enfoque kuhniano. En efecto, Kuhn aporta también una perspectiva nueva sobre lo que podríamos llamar la estructura *estática* de la ciencia, independientemente de su devenir histórico, sobre todo en lo concerniente al concepto de teoría científica y a la relación entre teoría y experiencia. Para comprender debidamente este punto, hay que recordar algunos elementos esenciales del modo en que los filósofos anteriores a Kuhn, principalmente los positivistas lógicos y Popper, concibieron la estructura de las teorías científicas, su relación con la experiencia y las relaciones que teorías rivales pueden tener entre sí.

En la concepción clásica de la ciencia, una teoría científica consiste en una serie de axiomas o principios fundamentales, formulados en un lenguaje específico propio de cada teoría, que suele calificarse de *lenguaje teórico*. De esos axiomas se extraen sus consecuencias lógicas (los teoremas), los cuales son contrastados con la experiencia (observaciones o experimentos), descrita en un lenguaje enteramente independiente del de la teoría, justamente lo que se denomina un *lenguaje*

observacional. Se supone que el lenguaje teórico y el observacional están conectados entre sí mediante un tipo mixto de proposiciones llamadas *reglas de correspondencia,* que vinculan algunos de los términos teóricos con algunos de los observacionales. A modo de ejemplo, consideremos la termodinámica de los gases. Dos postulados teóricos de esta teoría son el de la conservación de la energía y el del aumento de la entropía en todo proceso termodinámico. En ellos aparecen los términos *energía (interna)* y *entropía,* que son típicamente términos teóricos. (Nadie puede observar, es decir, ver, oír o tocar la energía interna de un gas o su aumento de entropía.) A partir de esos (y otros) postulados teóricos, se pueden deducir ciertos teoremas, los cuales, combinados con las reglas de correspondencia, permiten establecer ciertas proposiciones observacionales; por ejemplo, la proposición «si calentamos un gas a presión constante, se dilatará» (donde *calentar* y *dilatar* son claramente términos observacionales: sí podemos percibir directamente cuándo se calienta un gas o cuándo se dilata). Podemos constatar por la experiencia que esta proposición es correcta.

De acuerdo con los positivistas lógicos como Carnap, si la contrastación entre las proposiciones extraídas de la teoría y las que provienen de la experiencia da resultados positivos, la teoría se va haciendo cada vez más probable. En la lectura popperiana de esta situación, la teoría deviene simplemente corroborada y conviene intentar refutarla a partir de la observación de otros hechos particulares; si, al final, la teoría resulta falsada, debemos abandonarla inmediata y definitivamente, so pena de estar dispuestos a convertirnos en pseudocientíficos intelectualmente deshonestos. En cualquier caso, en ambas lecturas de las relaciones posibles entre teoría y experiencia, todo aquello a lo que nos conduce la investigación empírica en lo que concierne a una teoría dada, es, ya sea a preservarla tal cual, bien confirmada o, si se prefiere, bien corroborada, o bien a desecharla por falsa. No hay otra alternativa.

En cuanto a la relación que pueda establecerse entre dos teorías que tratan del mismo campo de la experiencia, de acuerdo con la visión clásica no existe más que una relación interesante: la relación de *reducción*. Una teoría (admitida como adecuada hasta nueva orden) puede estar en la relación de ser reducible a otra teoría (igualmente admitida como adecuada hasta nueva orden), lo cual equivale a decir que los conceptos básicos de la primera teoría pueden ser definidos en función de los conceptos básicos de la segunda, y que los principios fundamentales (axiomas) de la primera son deducibles lógicamente de los de la segunda. Cuando ocurre eso, puede decirse que la segunda teoría es la más general y, si se conserva la primera en la tradición de la disciplina, es solo porque resulta más fácil de entender o de aplicar, o quizás también por razones didácticas; pero se parte del supuesto incontrovertible de que todos los conocimientos contenidos en la primera teoría también estarán contenidos en la segunda, que es considerada la mejor. Bajo esta visión, el progreso teórico en las ciencias empíricas consistiría en un progreso por *acumulación*. Así, por ejemplo, se supone que el sistema heliocéntrico de Copérnico fue primero reducido al sistema planetario elipsoidal de Kepler, este a su vez fue reducido a la teoría de la gravitación de Newton, y esta finalmente a la teoría de la relatividad generalizada de Einstein. Por eso podemos hablar de un progreso en la astronomía: todo «lo bueno» de las teorías anteriores se conserva en las posteriores, y todo «lo malo» se desecha.

Pues bien, esta visión tan característica de la filosofía clásica de la ciencia, en cuanto a la identidad de las teorías (es decir, acerca de qué clase de entidades son), sus relaciones con la experiencia y sus eventuales relaciones con otras teorías, es precisamente lo que Kuhn pone en cuestión. Niega pura y simplemente las tres tesis clásicas que acabamos de exponer: *a)* una teoría científica no es simplemente un conjunto axiomático de principios; *b)* su relación con la experiencia

es de naturaleza muy distinta de la que suponen los filósofos clásicos de la ciencia, tanto positivistas lógicos como popperianos; *c)* cuando una teoría, considerada «mejor», sucede a otra teoría más antigua, la relación entre ambas no es una relación de reducción en el sentido que acabamos de definir, sino una relación de *inconmensurabilidad* (de la que trataremos más abajo).

Según Kuhn, el motor de la dinámica científica no es ni la inducción (como creen Carnap y sus seguidores) ni la deducción (como sostienen los popperianos). De hecho, no existe una sola forma de dinámica científica, sino dos, y ni la una ni la otra corresponden a los modelos inductivista o falsacionista. A través de sus estudios históricos, Kuhn detecta dos tipos de fases completamente diferentes en la evolución de una disciplina científica: por un lado, periodos que él describe como de *ciencia normal* y, por otro, periodos que califica de *ciencia revolucionaria.* (Para ser exactos, habría que añadir, aun cuando Kuhn nunca lo dijera explícitamente, un tercer tipo de periodo entre los dos anteriores, a saber, una fase mixta y confusa de *crisis.*)

Los periodos de ciencia normal en una disciplina dada generalmente son bastante más largos que las épocas revolucionarias. He aquí algunos ejemplos históricos de periodos de ciencia normal: el desarrollo de la astronomía *ptolemaica* (mejor denominada *geocéntrica*) desde el siglo v a. C. hasta mediados del siglo xv (unos dos mil años); el desarrollo de la mecánica newtoniana desde fines del siglo xvii hasta comienzos del siglo xx (más de doscientos años); la química daltoniana durante todo el siglo xix (cien años); el despliegue de la genética (mal llamada) *mendeliana* desde principios del siglo xx hasta mediados de la década de la década de 1950 (más de medio siglo). En cambio, las revoluciones científicas suelen tener lugar en lapsos relativamente breves (como ocurre también con las revolucio-

nes políticas): aparte del caso singular de la revolución «copernicana», o sea, heliocéntrica (que se fue abriendo paso a lo largo de siglo y medio), ejemplos prominentes de revoluciones científicas como la construcción por Newton de su nueva mecánica, el descubrimiento del proceso de oxidación por parte de Lavoisier o la concepción de las teorías de la relatividad por Einstein corresponden a fases revolucionarias comparativamente breves, ya que se extienden solamente a lo largo de unos años. El esquema de la evolución de una disciplina científica según Kuhn es pues esquemáticamente el siguiente: a partir del momento en que la disciplina en cuestión se ha consolidado por vez primera como una disciplina genuinamente científica (y no como un mero conglomerado heteróclito de especulaciones y observaciones dispares), se despliega a través de un largo periodo de ciencia normal, el cual en algún momento desemboca en una crisis, que se resuelve por una revolución, a la cual sucede un nuevo periodo de ciencia normal, que en algún momento también entrará en crisis, dando lugar a otra revolución, y así sucesivamente. Ahora bien, desde un punto de vista epistemológico general, lo importante es constatar que los contenidos de la ciencia normal y de la ciencia revolucionaria son completamente diferentes. Veamos en qué consisten unos y otros.

Cómo funciona normalmente la ciencia

Según Kuhn, lo que caracteriza un periodo de ciencia normal es que se trata de un modo de investigación científica que aparece enteramente dominado por una suerte de estructura conceptual muy general, difícil de precisar, una estructura que los científicos involucrados jamás ponen en duda y que se transmite sin modificaciones sustanciales de una generación a la siguiente. En la primera edición de *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn empleó el rótulo *paradigma* para esta estructura conceptual intocable. Poco después de la publicación

¿Qué significa paradigma?

La palabra *paradigma* viene de los términos griegos *para*, que significa *cercano* o *aproximado*, y *deigma*, que significa *muestra*. Se quiere significar con ello un ejemplo o caso de algo que hace de modelo para otros casos de lo mismo, es decir, se trata de un ejemplo-tipo o típico. Así, pongamos por caso, es usual decir que Maria Callas es un paradigma de cantante de ópera, o que es una cantante de ópera paradigmática; o bien que Romeo y Julieta son un paradigma de amantes apasionados; o, en fin (el ejemplo preferido del propio Kuhn), que *amo-amas-amat-amamus-amatis-amant* es un paradigma de la conjugación de los verbos latinos (y por eso es el primer ejemplo que suelen aprender los colegiales neófitos en latín). A la pregunta «¿Qué caracteriza a una excelente cantante de ópera?», en vez de dar una definición sesuda, podemos limitarnos a responder: «Pues fíjate en como actuaba Maria Callas»; ante la pregunta sobre qué es lo característico de amantes apasionados, basta recordar el ejemplo de Romeo y Julieta; el colegial que trata de conjugar correctamente un verbo latino con el que se enfrenta por primera vez, puede acudir al modelo de la conjugación del verbo *amare*. En el caso de las ciencias, ejemplos de paradigmas en ese sentido serían la órbita de Marte para la teoría kepleriana de los planetas, o los famosos guisantes del jardín de Mendel para la genética clásica.

del libro, varios críticos objetaron el uso excesivamente vago y equívoco de este término. Kuhn aceptó estas objeciones y propuso en el Apéndice a la segunda edición de su libro (redactado en 1969) una denominación alternativa para el tipo de entidad conceptual al que quería referirse: *matriz disciplinaria*; y, además de cambiar el nombre, intentó precisar sus componentes esenciales. En el mejor de los casos, solo uno de esos componentes correspondería, desde un punto de vista filológico, al significado genuino del término *paradigma*.

Expondremos más abajo la descripción que da Kuhn de los diversos componentes de una matriz disciplinaria.

Ahora bien, aunque el término *matriz disciplinaria* es efectivamente más apropiado que el de *paradigma* para lo que Kuhn tenía en mente, de hecho casi todos los comentaristas de Kuhn han seguido hablando de *paradigma*, y este es el término que se ha hecho famoso – tan famoso que incluso ha pasado a formar parte del vocabulario coloquial. Continuaremos pues empleando ese término aunque concordemos con Kuhn en que *matriz disciplinaria* sería mucho más adecuado.

En vez de hablar de *paradigma* o *matriz disciplinaria*, Kuhn también habría podido emplear el término *teoría*. Pero si evitó deliberadamente esta terminología, no fue por afán de originalidad, sino porque conocía bien el uso que de ella hacían los filósofos de la ciencia de su tiempo. Hemos apuntado más arriba que, para los filósofos clásicos de la ciencia, una teoría es simplemente un conjunto de axiomas con sus consecuencias lógicas. Pues bien, Kuhn juzgó que este concepto era demasiado restrictivo, y demasiado inocuo a la vez, para designar adecuadamente el género de estructura conceptual que impera durante un periodo de ciencia normal. Un paradigma es algo mucho más «fuerte», más «dramático» (aunque también mucho más difícil de definir) que una simple teoría como sistema de proposiciones. Un paradigma es una suerte de *visión del mundo*. Examinemos detalladamente la complejidad de la estructura conceptual en cuestión.

En primer lugar hay que hacer notar que un paradigma, sea lo que sea a fin de cuentas, es una entidad conceptual que va indisociablemente ligada a una entidad social: lo que Kuhn denomina una *comunidad científica*. Un paradigma es algo que comparten los miembros de una, y solo una, comunidad científica. Y, recíprocamente, una comunidad científica es un grupo de personas que comparten uno y solo un paradigma. Como dirían los matemáticos, hay una *relación biunívoca* entre paradigmas y

comunidades científicas. Ante una lectura superficial del texto de Kuhn parecería incluso que las comunidades científicas quedan *definidas* simplemente por los paradigmas. Pero eso sería una interpretación inadecuada de la concepción kuhniana, como el propio Kuhn puso en claro en *La tensión esencial* (1977). En efecto, para Kuhn no se trata de definir los paradigmas a través de las comunidades científicas, ni a la inversa. Ambos conceptos son lógicamente independientes el uno del otro, si bien es un hecho histórico que siempre (o casi siempre) van íntimamente asociados. Mientras que los paradigmas deben identificarse a través de análisis conceptuales (filosóficos, si se quiere), las comunidades científicas deberían ser identificables, con independencia de los paradigmas que sostienen, por métodos históricos y sociológicos.

En cualquier caso, un periodo de ciencia normal se caracteriza por el hecho de que una comunidad de científicos que trabaja en un determinado ámbito comparte ciertos presupuestos, generalmente tácitos, de muy diversa índole (teóricos, experimentales, metodológicos, ideológicos y otros) que son justamente los que les permiten «ir haciendo ciencia», por así decir, en su cotidianidad. Estos elementos compartidos se encuentran, implícitamente unos, explícitamente otros, en los canales usuales de enseñanza y transmisión de una disciplina (principalmente en los manuales), y el joven científico que inicia su carrera los adquiere por regla general en su periodo de aprendizaje. En la ciencia normal, la tarea casi exclusiva de los científicos involucrados consiste en un tipo de actividad que Kuhn denomina *resolución de rompecabezas* (en inglés: *puzzle-solving*). Esta tarea consiste, *grosso modo*, en ir ampliando y perfeccionando la aplicación del aparato teórico-conceptual a la experiencia, y a la vez (y como consecuencia de ello) en ir ajustando y puliendo dicho aparato. He aquí algunos ejemplos de tareas típicas en la investigación «normal»: precisar los valores numéricos de constantes ya conocidas, determinar otras nue-

vas, encontrar formas específicas de las leyes generales del paradigma, aplicar las leyes ya disponibles a nuevos fenómenos que nos revela la experiencia. Para llevar a cabo este trabajo es esencial que el científico no cuestione los supuestos básicos compartidos por la comunidad a la que pertenece, pues son justamente ellos los que guían su investigación y le permiten abrigar esperanzas de éxito. La ciencia normal no discute sobre los fundamentos de la disciplina.

Los tres o cuatro componentes de un paradigma

La ciencia normal es pues una actividad de investigación guiada por un paradigma compartido por toda la comunidad científica involucrada. Pero volvamos a la pregunta: ¿en qué consiste exactamente un paradigma? En el Apéndice a la segunda edición de su libro, donde propuso cambiar el término *paradigma* por el más adecuado de *matriz disciplinaria*, Kuhn caracteriza esa entidad como una estructura global articulada por cuatro tipos de componentes ligados entre sí; ellos constituyen, tomados en su conjunto, la identidad de una tradición de investigación guiada por un determinado paradigma. Veamos cuáles son esos cuatro componentes. En primer lugar, hay lo que Kuhn llama *generalizaciones simbólicas*, a las que también podríamos llamar (y probablemente sería más apropiado) *principios-guía*. Se trata de fórmulas muy generales que, en sí mismas, no tienen un contenido empírico concreto, de tal suerte que, si se las considera superficialmente, pueden ser fácilmente confundidas con meras definiciones nominales; pero en realidad no son tal cosa, sino algo mucho más sustancial. En efecto, esos principios son indispensables a la investigación empírica en el sentido de que fijan el *tipo* de leyes empíricas concretas que deberíamos formular para explicar diversas clases de fenómenos. Estas generalizaciones simbólicas o principios-guía a menudo aparecen en los libros de texto en forma matemática, como por ejemplo $f = m \cdot a$

(en el caso del paradigma de la mecánica newtoniana) o $I = V/R$ (en el caso de la teoría de la electricidad); pero a veces también pueden venir expresados en palabras del lenguaje común, como *la acción es igual a la reacción* o *la combinación química se produce según proporciones constantes de peso*. En sí mismas, tomadas aisladamente, tales fórmulas son expresiones casi vacías de contenido empírico: no son verificables ni falsables; pero sugieren la forma que debe adoptar toda ley con contenido empírico para poder ser admitida dentro del paradigma considerado y ser confrontada con la experiencia. Una de las tareas típicas de la ciencia normal consiste precisamente en encontrar formas especiales de esos principios-guía para intentar aplicarlas a situaciones empíricas concretas. El propio Kuhn da algunos ejemplos de tales *especializaciones* del principio-guía general para el caso de la mecánica newtoniana: «En el problema de la caída libre, $f = m \cdot a$ pasa a ser $m \cdot g = m \cdot d^2s/dt^2$. Para el péndulo simple se convierte en $m \cdot g \cdot sen = -m \cdot d^2s/dt^2$. [...] Problemas mecánicos de mayor interés, por ejemplo el movimiento de un giroscopio, mostrarían aún mayor disparidad entre $f = m \cdot a$ [y la ley especial que se aplica efectivamente]». Son solamente estas especializaciones del principio-guía las que son confrontadas con la experiencia; y si resultan falsadas por ella, siempre es posible mantener el principio-guía y limitarse a retocar sus desarrollos específicos, con lo que el paradigma queda salvado. En el ejemplo mencionado de la mecánica, $f = m \cdot a$ es solo una guía programática para hallar leyes concretas aplicables a los fenómenos mecánicos particulares investigados. Esa guía viene a decirle al investigador: si te enfrentas a un movimiento de cuerpos que quieres explicar, busca ciertas fuerzas responsables del mismo de tal manera que la suma de todas ellas sea igual al producto de la masa por la aceleración de esos cuerpos; si la suma de fuerzas postuladas no coincide con dicho valor, la conclusión no deberá ser que el principio-guía de Newton es falso, sino que debes seguir buscando nuevas fuerzas o precisar mejor

la naturaleza y magnitud de las ya postuladas. En este sentido, los principios-guía son *irrefutables* y solo en el caso de una *revolución científica* (es decir, un cambio de paradigma) serán abandonados. Durante los periodos de ciencia normal, no se cuestionan, solo se ponen en duda en los momentos de crisis, y si se terminan abandonando es porque la comunidad científica ha perdido la confianza en ellos ante la acumulación de problemas irresolubles. Las revoluciones entrañan, entre otras cosas, el abandono de los principios-guía, pero solo como parte de un proceso global y dramático (que no ocurre con frecuencia) de pérdida de confianza en la matriz disciplinaria con la que se había estado trabajando desde hacía mucho tiempo.

El segundo componente de un paradigma estriba en lo que Kuhn llama *modelos*. Un modelo en el sentido de Kuhn es una interpretación intuitiva o visualización del dominio de fenómenos que se quiere investigar. Tales modelos sugieren qué es lo que hay que buscar en una dirección determinada. Kuhn distingue dos clases de modelos. Unos son simplemente analogías *heurísticas*; esto significa que no se consideran literalmente representaciones fieles de la realidad estudiada, sino solo algo así como «fuentes de inspiración»; un ejemplo de ello podría ser la visualización de un gas como un sistema constituido por pequeñas bolitas elásticas que se mueven muy rápidamente y chocan entre sí. Por otro lado existen también modelos *ontológicos*: los que se supone reflejan fielmente la realidad estudiada; un ejemplo sería, en la mecánica newtoniana, la representación del espacio como un continente vacío, absoluto e infinito dentro del que ocurren los movimientos de los cuerpos. En cualquier caso, tanto los modelos heurísticos como los ontológicos tienen por función no solo guiar la investigación de una manera intuitiva, sino también decidir si la solución propuesta a un problema dado es o no aceptable para la comunidad científica.

Un tercer componente de los paradigmas, según el Apéndice mencionado, estaría constituido por los llamados *valores normativos*. Se trata de criterios de valoración empleados por los investigadores para evaluar las propuestas teóricas planteadas o los resultados empíricos obtenidos. Puede tratarse de criterios internos o bien externos a la actividad científica. Entre los criterios internos se cuentan la simplicidad de las leyes propuestas, su coherencia con otras leyes o teorías, la exactitud en las observaciones efectuadas o la controlabilidad de los experimentos de laboratorio. Entre los criterios externos podemos mencionar la utilidad social o económica de la teoría propuesta o su compatibilidad con ciertas concepciones ideológicas, metafísicas o religiosas aceptadas por la comunidad. Los valores que constituyen la base de un paradigma determinado son casi siempre implícitos; sin embargo, en periodos de crisis o de ciencia revolucionaria se discuten de forma explícita, y ello conduce en ocasiones a que se propongan nuevos valores. Ahora bien, en *La tensión esencial* Kuhn eliminó los valores de los componentes esenciales que identifican un paradigma, seguramente (aunque no lo dijera explícitamente) porque se percató de que el mismo conjunto de valores puede ser compartido por diversos paradigmas, o quizás también porque en el despliegue histórico de un mismo paradigma pueden cambiar algunos de los valores.

El último componente de las matrices disciplinarias consiste en lo que Kuhn denomina en la segunda edición de su libro *ejemplares*. Este concepto es la aportación más novedosa y original de Kuhn a la cuestión de la identidad de las teorías científicas, pero es también la más difícil de apresar. Es a este concepto al que, en realidad, más convendría aplicar el término *paradigma*. En efecto, los ahora llamados *ejemplares* son paradigmas en el sentido etimológico de la palabra; es decir, son casos concretos de aplicación de las leyes que desempeñan el papel de ejemplos modélicos para otros casos posibles. Los ejem-

plares son aplicaciones empíricas específicas del aparato formal de la matriz disciplinaria que sirven de guía para el trabajo de resolución de rompecabezas, para encontrar otras aplicaciones; son aquellas parcelas de la realidad estudiada a las que típicamente se aplican las leyes. Suelen representar logros especialmente impresionantes, como la aplicación al sistema solar de la mecánica newtoniana, o la desviación de un rayo de luz al pasar junto al Sol en la mecánica relativista, o los guisantes de Mendel en el caso de la genética. En algunos casos (como los que acabamos de mencionar) se trata de los primeros ejemplos históricos ante los cuales el nuevo paradigma mostró su eficacia. En otros casos, los ejemplares son simplemente ejemplos típicos de aplicación de las leyes; suelen aparecer en los manuales que estudia una generación tras otra de aprendices de la disciplina en cuestión, como pueden ser un experimento de laboratorio con un plano inclinado para la mecánica o la difracción de un rayo de luz para la óptica.

Las generalizaciones simbólicas (o principios-guía) y los ejemplares, aun siendo de muy diferente naturaleza, son indisociables en la constitución de la identidad de un paradigma. Por un lado, las primeras, tomadas aisladamente, son solo esquemas formales con muy escasa significación empírica; obtienen esta significación justamente cuando se puede mostrar que son cruciales para dar cuenta de los ejemplares si estos se toman como casos de aplicación de las leyes más especiales inspiradas por los principios-guía. Por otro lado, la importancia de los ejemplares no es necesariamente intrínseca a su naturaleza (no es muy importante para la Humanidad saber dónde se encontrará el planeta Marte dentro de un año exactamente, ni constatar la variación en la apariencia de los guisantes de una generación a la siguiente); su importancia proviene del hecho de que muestran de una manera particularmente impresionante la eficacia de las leyes fundamentales del paradigma para explicar la realidad. Al des-

empeñar el papel de paradigmas para la resolución de problemas, los ejemplares guían, junto con las generalizaciones simbólicas, la investigación en un periodo de ciencia normal, es decir, el desarrollo de la matriz disciplinaria. En gran medida, la ciencia normal consiste en ir ampliando con éxito el ámbito de situaciones semejantes a los ejemplares, intento que obliga frecuentemente a alguna modificación de las leyes más especiales (no paradigmáticas).

Cuándo y por qué ocurren las revoluciones científicas

A lo largo de la actividad típica de la ciencia normal, que Kuhn describe con la metáfora de *resolución de rompecabezas*, se descubren de vez en cuando ámbitos de la experiencia que, en principio, deberían ser considerados como casos de aplicación del paradigma dada su semejanza con los ejemplares de partida, pero que, a pesar de los esfuerzos de los científicos «normales», no se dejan integrar en el paradigma. Para la metodología popperiana, esto equivaldría a enfrentarse a una falsación. Sin embargo, Kuhn muestra, a partir de numerosos casos históricos, que nada de eso ocurre en la práctica científica normal. Por ejemplo, para la mecánica aristotélica, era una anomalía el hecho de que un péndulo siga oscilando largo tiempo cuando debería detenerse de inmediato en su punto más bajo; y para la biología y geología anteriores a Darwin era una anomalía que se encontraran fósiles de moluscos a gran altura en los Andes. Pero ni a los científicos aristotélicos ni a los pre-darwinianos les parecían sus respectivas anomalías algo grave para sus paradigmas; tuvieron que aparecer, respectivamente, Galileo y Darwin para que sacaran dichas anomalías del «cajón de los olvidos» y subrayaran cómo mostraban la inadecuación del paradigma anterior y la adecuación del nuevo. En la ciencia normal, a tales casos recalcitrantes que no encajan bien en el paradigma asumido no se les da mucha importancia y se continúa aplicando el

paradigma a otros casos más favorables, mientras se espera encontrar un día la manera de resolver dichas anomalías por medio de algún futuro refinamiento del paradigma. Si ese día tarda en llegar y el paradigma continúa funcionando bien en muchos otros casos, la anomalía en cuestión simplemente se olvida o queda archivada. Solo cuando las anomalías se acumulan y, sobre todo, cuando aparecen en un dominio considerado especialmente importante para la disciplina, los investigadores (al menos algunos de ellos) empiezan a estar insatisfechos y a cuestionar el paradigma que están empleando. Entonces, y solo entonces, el paradigma entra en *crisis* (lo cual no significa, por cierto, que haya de ser necesariamente abandonado). Una de las tesis principales de Kuhn acerca de la dinámica científica es justamente que jamás se abandona un paradigma que ya ha dado buenos frutos si los científicos no pueden reemplazarlo por otro.

A veces, la crisis puede ser finalmente resuelta de una manera u otra dentro del marco del paradigma aceptado. En otras ocasiones, en cambio, un «final feliz» parece cada vez más improbable, y una parte de la comunidad científica comienza a dudar seriamente de la pertinencia del paradigma que está usando. Es entonces cuando puede estallar una *revolución científica*: una minoría de investigadores –a menudo uno solo– decide cambiar completamente de paradigma, desplazando radicalmente su punto de vista, abandonando las generalizaciones simbólicas aceptadas hasta la fecha y proponiendo principios completamente nuevos e incompatibles con los anteriores; ello conlleva con frecuencia la aceptación de nuevos modelos como guías de la investigación (y quizás también nuevos valores). Si esta minoría revolucionaria es capaz de persuadir a sus colegas de que el nuevo sistema conceptual es más apto para dar cuenta de las anomalías, lo que antes se consideraba una anomalía más o menos «exótica» pasa a ser un ejemplar absolutamente fundamental, con lo que se olvidan los

antiguos ejemplares o se consideran de importancia menor. Así nace un nuevo paradigma en la disciplina y comienza a establecerse una nueva tradición de ciencia normal, la cual es presumible que algún día en el futuro también entre a su vez en crisis y acabe en una nueva revolución, iniciándose un nuevo ciclo.

La inconmensurabilidad entre paradigmas y el espectro del relativismo

Contra el cumulativismo

La concepción propugnada por Kuhn de la naturaleza de las teorías científicas (paradigmas o matrices disciplinarias en su terminología) y del despliegue de la ciencia a lo largo del tiempo (periodos de ciencia normal, crisis, revoluciones) choca frontalmente con numerosos supuestos no solo de la filosofía clásica de la ciencia, en especial la de cuño popperiano, sino con la imagen que se hace cualquier persona medianamente informada, que no es científica ni filósofa, de la naturaleza de la ciencia y de su desarrollo. Al choque frontal entre Kuhn y los popperianos (y los intentos de mediación entre ambos) nos referiremos en la tercera parte de este libro. Ahora trataremos de los retos que implica la concepción kuhniana para la imagen habitual que tiene cualquier ciudadano normal y corriente (siempre y cuando aún no haya leído a Kuhn, claro...) de lo que caracteriza el conocimiento científico. La imagen habitual es que la ciencia consiste en una serie de teorías que nos dicen algo que es (al menos aproximadamente) verdadero acerca de la realidad, y que, con el paso del tiempo, van acrecentando nuestro conocimiento sobre la naturaleza: así, se considera evidente que los científicos de la época de Galileo sabían más cosas sobre el mundo que los científicos de la Antigüedad, y que los científicos del siglo XX nos han aportado más conocimientos verdaderos

que los de la época de Galileo. En otras palabras, la ciencia va acrecentando nuestros conocimientos a lo largo de la historia; lo que se *sabía* en la época de Galileo, sigue sabiéndose ahora; pero ahora se *saben* muchas más cosas de las que sabía Galileo. Es decir, el desarrollo científico procedería por *acumulación*: como un financiero que, si tiene éxito, cada vez posee más dinero. Esto es lo que puede llamarse la *visión cumulativista* del desarrollo científico. Ello conlleva el supuesto más o menos explícito de que el científico actual, aunque sabe muchas más cosas que el de la época de Galileo, en su modo de pensar y de trabajar no difiere en gran medida de aquél; es decir que, si imaginamos un experimento de ciencia-ficción por el que Galileo resucitara hoy día, exclamaría: «¡Caramba, cuántas más cosas que yo saben mis sucesores en física!». El curso de la ciencia (al menos el de las ciencias consolidadas) sería como el de un gran río que amplía progresivamente su caudal gracias a las aportaciones sucesivas de riachuelos laterales.

Pues bien, si los análisis de Kuhn son correctos, entonces esta visión cumulativista de las disciplinas científicas queda seriamente quebrantada, especialmente si consideramos atentamente la naturaleza de lo que llamamos *revoluciones científicas*. Hay por lo menos tres tipos de factores que nos hacen poner en duda el cumulativismo: psicológicos (con respecto a lo que ocurre en la *mente* de los científicos involucrados en una revolución), semánticos (es decir, referidos al *significado* de los conceptos empleados por los científicos) y epistemológicos (referidos al tipo de *conocimiento* que nos deparan las teorías científicas).

Cambios de Gestalt

Desde un punto de vista psicológico, el tránsito de un paradigma a otro implica una ruptura abrupta y radical. Para describir este tipo de vuelco, Kuhn utiliza un término especial, mezcla de alemán e inglés,

que retoma de los psicólogos cognitivos: *Gestalt switch*; en la literatura en castellano se suele traducir por «cambio de *Gestalt*», pues el término alemán *Gestalt* es prácticamente intraducible.[3] Para dar cuenta de ese tipo de evento, Kuhn echó mano de su propia experiencia personal cuando, en sus inicios como historiador de la ciencia, se puso a analizar la física de Aristóteles. Vale la pena citar al propio Kuhn *in extenso*, tal como él refiere su experiencia en el artículo «¿Qué son las revoluciones científicas?», de 1987:

> Leí por primera vez algunos de los escritos de Aristóteles sobre física en el verano de 1947. [...] Aristóteles me parecía no solo un ignorante en mecánica, sino además un físico terriblemente malo. En particular, sus escritos sobre el movimiento me parecían llenos de errores egregios, tanto de lógica como de observación. [Pero] estas conclusiones [mías] eran inverosímiles. Después de todo Aristóteles [...] había demostrado a menudo que como naturalista era un observador extraordinariamente agudo. [...] ¿Cómo podía ser que su característico talento le hubiera abandonado tan sistemáticamente cuando pasó al estudio del movimiento y la mecánica? [...] Yo podía creer fácilmente que Aristóteles hubiera tropezado, pero no que se hubiera desplomado totalmente al pasar a la física. ¿No podría ocurrir que el problema fuera mío y no de Aristóteles? Quizá sus palabras no siempre habían significado exactamente lo mismo para él y sus contemporáneos que para mí y los míos. Con esta actitud continué esforzándome por comprender el texto y al final mis sospechas

[3] En el uso cotidiano del alemán coloquial, la palabra *Gestalt* puede traducirse por *forma* o *figura*. Sin embargo, el uso de ese término en la psicología de la percepción es más específico. Se lo podría traducir quizás por *configuración*, pero eso tampoco sería muy adecuado. En el contexto de la psicología de la percepción lo mejor es conservar el término en alemán, como un neologismo científico.

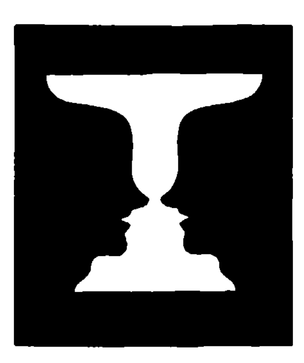
demostraron estar bien fundadas. Estaba yo sentado a mi mesa con el texto de la *Física* de Aristóteles delante de mí y un bolígrafo de cuatro colores en la mano. Levantando los ojos miré abstraídamente por la ventana de mi habitación –aún retengo la imagen visual. Súbitamente, los fragmentos en mi cabeza se ordenaron por sí mismos de un modo nuevo, encajando todos a la vez. Se me abrió la boca, porque de pronto Aristóteles me pareció un físico realmente bueno, aunque de un tipo que yo nunca hubiera creído posible. Ahora podía comprender por qué él había dicho lo que había dicho y cuál había sido su autoridad. [...] Este tipo de experiencia – las piezas ordenándose súbitamente por sí mismas y apareciendo juntas de un modo nuevo – es la primera característica general del cambio revolucionario [...]. Aunque las revoluciones científicas dejan mucho trabajo de limpieza que es necesario hacer poco a poco, el cambio fundamental no puede experimentarse de este modo, paso a paso. Por el contrario, implica una transformación relativamente súbita y sin estructura en la que una parte del flujo de la experiencia se ordena por sí misma de una forma diferente y manifiesta pautas que no eran visibles anteriormente.

Kuhn experimentó, pues, en su propia carne (o, mejor dicho, en su propia mente) un cambio de *Gestalt* con respecto a la interpretación usual de la física de Aristóteles, lo cual le llevó a iniciar una revolución científica dentro de la disciplina de la historia de la ciencia. Y eso, a su vez, fue su fuente de inspiración para reinterpretar la estructura de las revoluciones científicas en otros dominios, y en especial en las ciencias naturales. En todos los casos de genuinas revoluciones científicas se da siempre ese cambio repentino en la percepción de las cosas que se están investigando: cosas que pueden ser tan diversas como un texto antiguo (en el caso de Kuhn),

La psicología de la Gestalt

La psicología de la *Gestalt* nació en Alemania a principios del siglo xx y ha tenido un amplio y constante desarrollo desde entonces. Inicialmente se ocupó de investigar ciertos fenómenos de la percepción, especialmente de la percepción visual, en los que se constata que el sujeto humano no percibe el mundo que le rodea como un simple montón de elementos puntuales, sino que percibe de manera inmediata totalidades organizadas intrínsecamente, de tal modo que sus partes solo tienen sentido para el sujeto si las ve como elementos precisamente de esa totalidad primigenia; en ese sentido puede decirse que, en la percepción, «el todo precede a sus partes». A una tal totalidad organizada se la llama una *Gestalt*. Así, por ejemplo, cuando contemplo la Sagrada Familia, lo que percibo ante todo es ese impresionante monumento en su totalidad, y solo en un segundo momento, y a través de cierto esfuerzo consciente, podré dedicarme a percibir sus distintas partes individualmente consideradas: los muros, las ventanas, las agujas etc.

Un fenómeno perceptual que interesó desde el principio a los psicólogos gestaltistas es el de la percepción radicalmente distinta de un mismo estímulo visual, que puede organizarse en nuestra mente de dos maneras incompatibles entre sí, es decir, adoptando justamente una u otra *Gestalt*. Un ejemplo de ello lo vemos en la imagen adjunta:



En este ejemplo podemos interpretar la imagen que se forma en nuestra retina, ya sea como una copa blanca sobre un fondo negro, o bien como dos perfiles humanos negros enfrentados sobre un fondo blanco. Al pasar de una de las interpretaciones perceptuales a la otra (tránsito que se efectúa de una manera brusca y repentina), podemos decir que «cambiamos de *Gestalt*».

la caída de una manzana del árbol (en el caso de Newton según la imagen popular creada por Voltaire), el fenómeno de la corrosión de los metales (en el caso de Lavoisier) o el descubrimiento de fósiles de especies desaparecidas (en el caso de Darwin). Psicológicamente se trata de algo más parecido a una experiencia de conversión religiosa que a la conclusión a la que se llega al final de un argumento detallado y bien razonado.

Ahora bien, el problema que provoca este tipo de experiencia es que, por su misma naturaleza, será difícilmente compartida por los demás miembros de la comunidad científica. Al principio será siempre una minoría de «revolucionarios» quienes tratarán de propagar el nuevo paradigma ante una gran mayoría de «conservadores», que justamente no han pasado por ese cambio de *Gestalt* y considerarán que el nuevo paradigma propuesto es grotesco o absurdo. De ahí las controversias especialmente agrias y acaloradas que estallan al iniciarse un cambio de paradigma. Los argumentos racionales (lógicos, metodológicos o empíricos) planteados por uno y otro bando no sirven de gran cosa porque es como si ambos hablaran lenguajes radicalmente distintos o, como dice el propio Kuhn, «vivieran en mundos diferentes». Ante tal situación parecería que lo único factible es emplear estrategias retóricas de persuasión (como hacen los líderes políticos o religiosos) o bien, como insinúa también Kuhn, esperar a que los partidarios del viejo paradigma, que por lo general son de mayor edad que los «revolucionarios», vayan muriéndose unos tras otros...

Inconmensurabilidad y comparabilidad

Más allá de la descripción psicológica que da Kuhn de los inicios de una revolución científica, hay dos aspectos de su concepción de la naturaleza de los cambios de paradigma que marcaron especialmente los

espíritus: en primer lugar, el hecho ya mencionado de que una revolución científica nunca proviene de una *refutación* del viejo paradigma mediante nuevos experimentos u observaciones, sino más bien de la aparición de un nuevo paradigma en ruda competencia con el antiguo; en segundo lugar, la determinación kuhniana de la relación entre el viejo paradigma y el nuevo: en efecto, según Kuhn, no existe ninguna relación formalmente apresable entre ambos paradigmas; el uno no puede ser *reducido* al otro, ni tampoco es que sean mutuamente contradictorios en el sentido lógico (o sea, que uno afirme la proposición *p* y el otro no-*p*). La razón de ello es simple: la reinterpretación de los conceptos más fundamentales que propone el nuevo paradigma (la cual está esencialmente determinada por el modo como se describen los nuevos ejemplares), es tan radical que no podemos decir que uno y otro paradigma se refieren a la misma clase de objetos: parece que hablan de cosas completamente diferentes. Ni siquiera existe la posibilidad de recurrir a un lenguaje observacional común que, al modo de un juez imparcial, permita comparar los dos paradigmas. Retomando una tesis avanzada ya unos años antes por Norwood Hanson, y corrientemente descrita como *la carga teórica de la observación*, Kuhn arguye que cada paradigma dispone de su propio lenguaje observacional, que presupone ya una toma de partido a favor de los conceptos que le son propios. En su libro *Patrones de descubrimiento*, de 1958, Hanson ya había dado el siguiente ejemplo de lo que quería señalar con una *carga teórica de la observación*: supongamos que dos astrónomos, uno ptolemaico y el otro copernicano, contemplan el mismo fenómeno: un amanecer en un cielo despejado. Ambos reciben, sin duda, los mismos estímulos sensoriales (o muy parecidos), las imágenes formadas en sus retinas respectivas son análogas. Pero lo que *observan* es muy distinto: el astrónomo ptolemaico observa cómo un planeta, llamado Sol, se levanta sobre el horizonte y sigue su camino visible de giro en torno a la Tierra, que por supuesto no se

mueve; en cambio, el astrónomo copernicano observa cómo la Tierra, que ahora es un planeta entre otros, gira sobre su propio eje, dando la impresión errónea de que es el Sol, ahora fijo, el que se mueve. No hay verdadera observación científica si no es conceptualizada dentro de cierto marco de interpretación previamente asumido. Por tanto, las bases observacionales respectivas de la teoría ptolemaica y de la copernicana son enteramente distintas. De ahí que la noción misma de lenguaje observacional en tanto que instancia universal y neutral de confirmación o refutación de las teorías pierda todo su sentido. El astrónomo ptolemaico y el copernicano *perciben* dos mundos distintos.

Ahora bien, Kuhn no afirma que, cuando ocurre una revolución científica, los dos paradigmas, el nuevo y el viejo, no tengan ninguna relación entre sí. Ello ocurriría si pertenecieran a dos disciplinas diferentes, completamente dispares, pongamos por caso la relación que pudiera existir entre la mecánica newtoniana y el psicoanálisis: a saber, ninguna (o ninguna que valga la pena analizar epistemológicamente). En cambio, si se trata de dos paradigmas rivales dentro de la misma disciplina, ellos muestran entre sí un tipo de relación muy peculiar (y difícil de definir formalmente) que Kuhn describe como *inconmensurabilidad*: dos paradigmas en competencia (por ejemplo, la mecánica newtoniana y la relatividad de Einstein) son inconmensurables. Esta tesis de la inconmensurabilidad entre paradigmas separados por una revolución científica, que Kuhn comparte con Feyerabend, aunque la desarrolla con mucho mayor detalle y precisión, es el componente de la concepción general de Kuhn que más discusiones ha provocado desde la publicación de su libro. Muchos comentaristas, tanto partidarios como detractores de Kuhn, han interpretado su tesis de la inconmensurabilidad, y por ende su concepción general de la ciencia, como la expresión de un relativismo epistemológico extremo. En efecto, si es el caso que, de los dos paradigmas separados por una

El relativismo epistemológico

El relativismo puede caracterizarse en general como una concepción que afirma que el valor de un juicio cualquiera depende del punto de vista de quien mantiene ese juicio, que no hay por tanto verdades absolutas. Unos populares versos castellanos expresan bien esta posición: «En este mundo traidor, nada es verdad ni es mentira; todo es del color del cristal con que se mira». El primer relativista del que se tiene noticia fue el filósofo griego Protágoras (siglo v a. C.), quien expuso su principio fundamental con las palabras: «El hombre es la medida de todas las cosas, de las que son en cuanto son y de las que no son en cuanto no son». Se suele interpretar que este principio implica que cada ser humano, según sean sus circunstancias y su punto de vista, aplicará su propia «medida», es decir, su propio criterio para decidir lo que hay o lo que no hay, lo que es de una manera o de otra.

Hay diversas formas o versiones del relativismo. Algunas son más bien inocuas, al menos para nuestros criterios actuales; es el caso de los juicios estéticos: parece evidente que ellos dependen de la tradición cultural y de los gustos de cada uno; un rostro que les parecía bello a los antiguos mayas nos puede parecer repugnante a nosotros; si a Juan le gustan más las pinturas de Rembrandt que las de Van Gogh, y a Pedro al revés, no tiene mucho sentido que se pongan a discutir cuál fue el mejor artista. Tampoco el relativismo gastronómico debería ser materia de discusión: hay a quien le gustan más los spaghetti que las tortillas y otros al revés – ¿cuál es el problema? Sin embargo, hay otros ámbitos en los que el relativismo parece mucho más problemático, al menos para la mayoría de la gente. Uno de ellos sería el ámbito de los valores morales: ¿acaso estamos realmente dispuestos a aceptar que la validez o no-validez del juicio «Es bueno discriminar a las mujeres» depende del punto de vista de cada uno: que decida cada uno lo que está de acuerdo o no con sus convicciones, y se acabó la discusión? Otra versión problemática del relativismo es justamente el relativismo epistemológico. Este

afirma que lo que sea un conocimiento genuino dependerá del punto de vista de cada uno, o de la comunidad a la que pertenece, y que no hay ninguna instancia superior que le pueda cuestionar a uno su pretensión de conocimiento. Supongamos, por ejemplo, que Juan es un fundamentalista cristiano, que está convencido de la verdad literal de todo lo que se afirma en la Biblia; si nos dice que sabe que la Tierra fue creada hace poco más de 6.400 años porque ello se infiere de lo escrito en la Biblia, entonces nosotros, aunque seamos de otra opinión, deberemos limitarnos a tomar nota de la afirmación de Juan y no tratar de convencerlo de otra cosa. La proposición «La Tierra existe solo desde hace 6.400 años» es verdadera (porque la afirma Juan), así como la proposición «La Tierra existe desde hace miles de millones de años» también es verdadera (porque la afirmamos nosotros). Y no hay más que discutir. Esto es relativismo epistemológico. No hay una verdad universal, independiente del sujeto. Ahora bien, debería resultar claro que esta posición conduce, en último término, a la disolución de las nociones de verdad y conocimiento. Esto es justamente lo que muchos críticos le echaron en cara a Kuhn.

revolución, lo único que podemos decir es que son inconmensurables, y que si el paradigma nuevo se impuso sobre el viejo fue solo porque los partidarios del nuevo fueron propagandistas más hábiles que los del viejo, o que simplemente esperaron a que se murieran estos últimos, entonces no parece que tenga mucho sentido comparar los dos paradigmas con respecto a su valor intrínseco y declarar que el nuevo paradigma es genuinamente *mejor* que el viejo.

No obstante, Kuhn no se cansa de declarar en muchos de sus escritos, ya desde el mencionado Apéndice a *La estructura de las revoluciones científicas*, que él no aboga por el relativismo epistemológico; o bien, que si su análisis de la historia de la ciencia conduce a alguna forma de

relativismo, se trata, no obstante, de un relativismo inofensivo, que no excluye la idea de *progreso* científico. Y la razón de ello, según Kuhn, sería que el hecho de que dos teorías o paradigmas sean inconmensurables, *no* implica que sean *incomparables*. Hay, por supuesto, ejemplos de paradigmas que son inconmensurables *porque* son incomparables; este sería el caso de la relación entre la mecánica newtoniana y el psicoanálisis: efectivamente, no tienen nada que ver entre sí, no hay nada que comparar ahí, y tampoco dirá nadie que el advenimiento del psicoanálisis fue una revolución con respecto a la mecánica. Pero los casos interesantes de paradigmas inconmensurables, los que se dan justamente en una revolución científica, son aquellos en los que la inconmensurabilidad no excluye la posibilidad de comparar sus respectivos méritos y defectos, y ello, a su vez, posibilita hablar de un progreso científico. En su artículo de 1976, «Cambio de teoría como cambio de estructura: comentarios sobre el formalismo de Sneed», el cual reproduce la conferencia que dio comentando el enfoque de Sneed y Stegmüller, Kuhn se esfuerza por poner en claro que, en su opinión, la inconmensurabilidad entre paradigmas en competencia es compatible con que puedan ser comparados:

> La mayoría de lectores de mi texto han supuesto que, al hablar de teorías como inconmensurables, quería decir que no podían ser comparadas. Pero «inconmensurabilidad» es un término tomado prestado de las matemáticas, y allí no tiene estas implicaciones. La hipotenusa de un triángulo rectángulo isósceles es inconmensurable con su cateto, pero ambos pueden ser comparados con cualquier grado de precisión requerido. Lo que falta ahí no es la comparabilidad, sino una unidad de longitud en términos de la cual ambos puedan ser medidos directa y exactamente.

La inconmensurabilidad geométrica

Recordemos lo que hemos aprendido (o deberíamos haber aprendido) en la escuela: supongamos que tenemos un triángulo rectángulo cuyos dos catetos miden cada uno 1 metro. ¿Cuál es la longitud de la hipotenusa de ese triángulo? Por el teorema de Pitágoras sabemos que la hipotenusa tendrá en tal caso una longitud de $\sqrt{2}$ metros. Ahora bien, este valor es lo que en matemáticas se llama un número *irracional*; es decir, no es expresable mediante ninguna fracción del tipo m/n, donde m y n son números enteros. No hay pues ninguna unidad que pueda servir de medida común para comparar la longitud de la hipotenusa y la de un cateto; por eso se dice que hipotenusa y cateto no son conmensurables (aunque sus respectivas longitudes ciertamente se pueden comparar diciendo que la hipotenusa es *más larga* que el cateto; pero exactamente cuánto más larga sea, es algo que no se puede determinar).

Si bien la metáfora del triángulo rectángulo no es muy esclarecedora respecto a la posibilidad de comparar paradigmas inconmensurables (pues los paradigmas y las figuras geométricas representan entidades de naturaleza muy distinta), debemos tomar nota del esfuerzo de Kuhn por separar las nociones de inconmensurabilidad e incomparabilidad. En *La tensión esencial*, Kuhn insinúa algunos de los criterios que permiten comparar los méritos de dos paradigmas en competencia: *precisión* (las consecuencias deducidas lógicamente de las leyes de un paradigma pueden corresponder de manera más precisa con los resultados de los experimentos y observaciones que en el otro paradigma), *consistencia* (un paradigma puede ser más consistente en sí mismo y más coherente con otras teorías previamente aceptadas que el otro), *amplitud* (un paradigma puede abarcar una porción mayor de observaciones y leyes que el otro), *simplicidad* (un paradigma puede unificar de manera

más simple ciertos fenómenos individuales) y *fecundidad* (un paradigma puede ser más fructífero que el otro en predecir nuevos fenómenos o en detectar relaciones imprevistas entre fenómenos ya conocidos). Ninguno de esos criterios, tomado por sí solo, será en general decisivo, pero tomados en su conjunto pueden ayudarnos a determinar cuál de los dos paradigmas en competencia será el mejor.

Pero si la inconmensurabilidad entre paradigmas rivales no consiste en la imposibilidad de compararlos en algún sentido, ¿en qué consiste entonces realmente la inconmensurabilidad y por qué este tipo de relación entre dos paradigmas parece tan misterioso y tan ajeno a la visión habitual del progreso científico? La respuesta es que la raíz de la inconmensurabilidad estriba en que, dentro de un par de paradigmas inconmensurables, se da una relación *semántica* muy particular: es lo que Feyerabend llamó la *divergencia radical del significado* entre los términos básicos de una y otra teoría, un concepto retomado por Kuhn. Esta divergencia es de tal naturaleza que no existe ninguna *regla de traducción* comúnmente aceptada por ambos paradigmas que permita pasar de un término a otro de manera incontrovertible. Toda traducción propuesta lo será siempre desde el punto de vista de uno de los paradigmas en cuestión y será considerada como una violación semántica dentro del otro. Incluso cuando en ambos paradigmas aparece un mismo término, este es el mismo solo desde un punto de vista filológico, pero no hay identidad semántica, y ni siquiera puede reconstruirse el contenido del término en uno de los paradigmas a partir del contenido de ese mismo término en el otro mediante reglas de traducción sistemáticas. Esta tesis la trata de fundamentar Kuhn mediante argumentos que podríamos denominar de *semántica histórica*, ejemplificados a su vez en casos concretos de comparación de términos. Así, por ejemplo, arguye que no hay ningún modo sistemático universalmente aceptable de equiparar la expresión *movimiento natural* tal como apare-

ce en la física aristotélica y tal como aparece en la física galileana, o que no es posible traducir adecuadamente la expresión *aire deflogistizado* de la química del flogisto (mediados del siglo XVIII) en el término *oxígeno* acuñado por Lavoisier (fines del mismo siglo), ni tampoco en un constructo más complicado que contenga ese último término; incluso la *masa* de Newton, en contra de las apariencias, no es traducible a la *masa* de Einstein. El principio de la inconmensurabilidad establece que los conceptos básicos de paradigmas distintos no son interdefinibles y, en consecuencia, tampoco es posible traducir correctamente las proposiciones de un paradigma en las del otro.

Esta supuesta imposibilidad semántica tiene consecuencias graves para la noción misma de *verdad* que, como hemos visto, es un componente esencial de la semántica. En efecto, la verdad de una proposición cualquiera depende de aquello que designen los términos que la componen. Por ejemplo, la proposición «Francisco es una persona que me es cercana» es verdadera si el nombre «Francisco» designa a un cierto individuo con quien me vincula una amistad de muchos años y «ser una persona cercana» designa un amigo, pero es falsa si «Francisco» se refiere al actual Papa. Pero por otro lado, la misma proposición, bajo la segunda acepción de «Francisco» (el nombre del actual Papa) puede resultar verdadera si «persona que me es cercana» designa, no alguien que es mi amigo desde hace muchos años, sino alguien con quien comparto ciertos ideales sociales. Y así sucesivamente. En el lenguaje común podemos entender y compartir una serie de verdades, porque, en general y salvo situaciones excepcionales, designamos lo mismo con las mismas palabras. Todos los hablantes del castellano estamos de acuerdo en la verdad de la proposición «La nieve es blanca» porque todos designamos lo mismo con las palabras «nieve» y «blanca», y por esto también estamos de acuerdo en la falsedad de la proposición «La nieve es verde». Podríamos decir que todos los hablantes de una misma

¿Qué es la semántica?

La semántica es la disciplina que estudia las diversas maneras en las que puede establecerse una relación entre los elementos de un lenguaje dado, o de todo lenguaje concebible, y los objetos a los que se refieren esos elementos lingüísticos. Dicho de manera un poco burda, la semántica estudia la relación entre lenguaje y mundo. Suele distinguirse entre *semántica descriptiva* y *semántica lógica* o *filosófica*. La primera estudia empíricamente el modo como se usan las palabras de una lengua dada (el castellano, el francés, etc.), o de una familia de lenguas (como las indoeuropeas) para dar información sobre el mundo que nos rodea. De esta semántica se ocupan los lingüistas, en tanto que científicos empíricos, y en ella se hacen constataciones como, por ejemplo, que en las lenguas indoeuropeas los sustantivos suelen referirse a objetos localizados espaciotemporalmente, los verbos a acciones o procesos, los pronombres a personas, etc. En cambio, la semántica lógica o filosófica, que es la que aquí nos interesa, estudia de manera por así decir a priori las condiciones que debe reunir todo lenguaje para poder comunicar informaciones sobre el mundo. Las nociones clave de la semántica filosófica son las de *proposición*, *designación* y *verdad*. Una proposición es un elemento de un lenguaje cualquiera que designa un supuesto hecho; si este hecho realmente se da, la proposición es verdadera; si no es el caso, entonces es falsa. Un principio fundamental de la semántica filosófica es que toda proposición de cualquier lenguaje, por simple que sea, es una entidad que consta, a su vez, de elementos lingüísticos más elementales (las «palabras» del lenguaje común) que designan (o se supone que designan) algo. Las proposiciones más simples son aquellas que constan de un nombre que designa un objeto y un predicado que designa una propiedad. Así, por ejemplo, en la proposición «Barcelona es húmeda», podemos distinguir el nombre «Barcelona», que designa una determinada ciudad, y el predicado «es húmeda», que designa una determinada propiedad física. Si en una oración dada, el nombre no de-

signa ningún objeto, o el predicado ninguna propiedad, diremos que, en realidad, no se trata de una auténtica proposición, sino de una *pseudo-proposición.* Así, por ejemplo, las oraciones «Abracadabra es húmeda» y «Barcelona es abracadabrante», son en realidad pseudo-proposiciones, pues ni «Abracadabra» ni «abracadabrante» designan nada.

En un sentido derivativo, la semántica puede estudiar la relación entre dos lenguajes, al presuponer que ambos se refieren a la misma parcela de la realidad. Es lo que se hace en los diccionarios. Así, por ejemplo, cuando explicamos que la palabra *taula* en catalán significa 'mesa', estamos estableciendo una relación semántica entre el catalán y el castellano, presuponiendo que tanto *taula* como *mesa* se refieren a un mismo tipo de objeto (una tabla sobre tres o más pies). Se puede decir entonces que «taula» y «mesa» son *semánticamente equivalentes.* Pues bien, la tesis de la inconmensurabilidad entre paradigmas afirma que, entre dos paradigmas rivales (entendiendo los paradigmas como lenguajes en un sentido lato), no siempre pueden establecerse tales equivalencias semánticas. No hay un «diccionario» que «traduzca» un paradigma al otro. En este sentido, la tesis de la inconmensurabilidad es una tesis semántica.

lengua compartimos un mismo paradigma, que sería más o menos el del sentido común, el de nuestra vida cotidiana. Pero cuando pasamos al caso de las ciencias, las cosas cambian drásticamente: allí no hay ni lenguaje común ni sentido común; allí parece ocurrir lo del refrán «cada loco con su tema». La proposición «la masa de un cuerpo siempre se conserva» es verdadera en la mecánica newtoniana de acuerdo con lo que se entiende allí por *masa*; pero es falsa en la teoría de la relatividad porque allí por *masa* se entiende otra cosa. O, peor aún, lo que tiene sentido y es cierto en un paradigma puede resultar simplemente carente de sentido en el paradigma rival. Así, la proposición «Los metales resultan de la combinación del flogisto con ciertos minerales»

tiene sentido y es verdadera en la química del siglo XVIII; en cambio, en la química moderna, esa proposición no es ni siquiera falsa: carece totalmente de sentido porque, según la química moderna, el término *flogisto* no designa nada.

Así pues, dada la relatividad de las nociones de significado (designación) y de verdad (o falsedad), puede atribuirse realmente cierta dosis de relativismo epistemológico a la concepción kuhniana. No es un relativismo total porque, como hemos visto, Kuhn admite la posibilidad de comparar efectivamente paradigmas rivales atendiendo a criterios metodológicos tales como su distinto grado de precisión, coherencia o fecundidad. Pero no deja de ser un relativismo profundo –diga lo que diga el propio Kuhn– porque pone en cuestión la aplicabilidad universal de la noción misma de verdad. Para los filósofos de la ciencia anteriores a Kuhn (y también para la gran mayoría de científicos y de personas cultivadas), la empresa científica es una actividad que nos encamina, o debería encaminarnos, hacia la verdad. Se admite que puede haber, en el curso del desarrollo científico, altibajos de todo tipo e incluso graves tropiezos; pero se supone que a la larga, gracias al progreso científico, sabremos cada vez más verdades acerca de cómo es realmente el mundo. Para Kuhn, eso es una vana ilusión. No niega que haya progreso científico en cierto sentido; pero es un progreso puramente *instrumental*: las teorías científicas tienden a *funcionar* cada vez mejor, a ser cada vez más precisas, más coherentes, de mayor alcance. Sin embargo, de ahí no se sigue que el desarrollo científico consista en recorrer un camino previamente trazado que al final nos conducirá a *la Verdad Universal y Definitiva*. Para Kuhn, esto es simplemente un mito. Es este aspecto del enfoque kuhniano el que más polémicas y animadversiones le ha valido, sobre todo por parte de Popper y sus seguidores o simpatizantes. De ello vamos a tratar a continuación.

Popper contra Kuhn

Duelo de titanes: racionalismo crítico contra historicismo radical

El Simposio de 1965 y sus coletazos posteriores

Como hemos señalado, en 1965 se organizó un Simposio dentro de cuyo marco habían de discutirse las ideas de Kuhn. En él, además del propio Kuhn, participaron Popper, algunos de sus discípulos y otros filósofos «independientes». Fue a partir de entonces cuando el enfoque kuhniano empezó a divulgarse en el ámbito de la filosofía de la ciencia, si bien la actitud de los popperianos fue radicalmente crítica hacia Kuhn, a lo cual este reaccionó con una crítica no menos radical de la metodología de Popper. Parte de esta polémica se debe, sin duda, a malentendidos (sobre todo de parte de los popperianos hacia Kuhn). Pero la raíz de la polémica no estriba solamente en malentendidos, sino que proviene de divergencias mucho más sustanciales.

Numerosos comentaristas de la polémica Popper-Kuhn han tratado de identificar su origen en una divergencia en el modo de entender la tarea más propia del filósofo de la ciencia: ¿debe ser esta una

empresa fundamentalmente normativa o bien puramente descriptiva? Según esta interpretación de la polémica, Popper sería un filósofo de la ciencia normativista, que considera que su tarea consiste en establecer cómo *debe* hacerse ciencia, en sentar criterios normativos para deslindar la *buena* ciencia de la *mala*, o pseudociencia. Por otro lado, Kuhn sería declaradamente descriptivista: no pretende establecer cómo hay que hacer ciencia, sino simplemente describir cómo se ha desarrollado *de hecho* la actividad científica en el curso de la historia. Sin duda hay algo de cierto en esta contraposición entre un enfoque normativo (Popper) y uno descriptivo (Kuhn) de la filosofía de la ciencia. Sin embargo, no es esta divergencia lo verdaderamente más significativo en la oposición entre ambos autores; en realidad, en los textos de Popper encontramos también muchas aseveraciones de carácter más bien descriptivo (o interpretativo, si se quiere) acerca de lo que *es* la ciencia, así como en los escritos de Kuhn aparecen corolarios normativos acerca de cuál es la mejor manera de emprender la actividad científica, corolarios que vendrían sugeridos por sus descripciones históricas. En dos palabras, la divergencia radical entre Popper y Kuhn está enraizada en una disparidad más profunda que la mera contraposición entre un enfoque normativo y uno descriptivo: se trata de una divergencia fundamental acerca de lo que es más característico de la actividad genuinamente científica y de la naturaleza de las teorías científicas. Para captar bien este punto, conviene primero recordar cómo perciben Kuhn y Popper, respectivamente, la esencia de los dos pilares del enfoque kuhniano: la ciencia normal y las revoluciones científicas.

Para Kuhn, lo verdaderamente característico de las ciencias bien consolidadas (a diferencia de la filosofía o de las llamadas *protociencias*, es decir, disciplinas aún no bien establecidas) es el trabajo realizado dentro de la ciencia normal, es decir, la investigación «cotidiana»

realizada bajo la guía de un paradigma incuestionado, y que suele proseguirse durante muchas décadas o incluso siglos. En cambio, los cambios de paradigma, las revoluciones científicas, son eventos atípicos, poco frecuentes, que sería mejor que no se repitiesen demasiado, y que si ocurren de vez en cuando, es porque los científicos se hallan en una situación «desesperada», cuando todos los intentos de resolver los problemas planteados han fracasado; una revolución científica es una *ultima ratio*, una poción amarga de la que no hay que exagerar. En resumen, la *buena ciencia* es la ciencia normal, no la ciencia revolucionaria.

Nada más opuesto a lo que Popper considera como lo más genuino de la actividad científica; para él, la verdadera ciencia es la ciencia revolucionaria, la que se empeña una y otra vez en echar abajo, mediante la falsacion, una teoría previamente establecida. Popper no niega que, en el curso del desarrollo de una disciplina científica, haya periodos de lo que Kuhn llama *ciencia normal*. Incluso admite que Kuhn tiene el mérito de haber señalado la presencia de dicho fenómeno en la historia de las disciplinas (aunque, según él, en la realidad histórica los periodos de ciencia normal son menos frecuentes y menos largos de lo que Kuhn sugiere). Y admite también que es tarea del filósofo de la ciencia analizar lo que caracteriza tales periodos. Pero su evaluación de ellos es enteramente negativa, pues se trataría de periodos en los que la ciencia se ha vuelto dogmática, algo que él, en tanto «racionalista *crítico*» necesariamente tiene que aborrecer. En su comentario a Kuhn escribe:

> En mi opinión, el «científico normal», tal como Kuhn lo describe, es una persona a la que habría que compadecer. [...] Al «científico normal», tal como lo describe Kuhn, se le ha enseñado mal. Se le ha enseñado dentro de un espíritu dogmático: ha sido víctima de indoctrinación.

Ha aprendido una técnica que puede aplicarse sin preguntarse por qué puede aplicarse.

Y más adelante va aun más allá en su evaluación negativa de la ciencia normal: «Admito que esta clase de actitud existe, [pero] veo un peligro muy grande en ella y en la posibilidad de que llegue a ser normal [...]: un peligro para la ciencia y aún para nuestra civilización». En resumen, para Popper, al contrario que para Kuhn, la ciencia normal no es buena ciencia, sino radicalmente *mala* ciencia. Asumiendo una especie de visión «trotskista» del desarrollo de la ciencia, Popper aboga explícitamente por una *revolución permanente* en la investigación científica, a lo cual objetará Kuhn, en su réplica posterior, que exigir una *revolución permanente* en la ciencia es como perseguir la idea de un *cuadrado redondo*, o sea, una contradicción intrínseca.

Popper también está dispuesto a admitir que, cuando un científico emprende una investigación sobre cierto campo novedoso de la experiencia, necesariamente tiene que hacerlo dentro de cierto marco conceptual general, presuponiendo ciertas nociones básicas y principios fundamentales, un paradigma, si se quiere hablar así. Pero este marco conceptual presupuesto el investigador lo puede cuestionar en cualquier momento, puede salirse de él para evaluar sus posibles méritos y deméritos, y compararlo con el marco conceptual divergente que utiliza un colega. Según Popper, Kuhn es víctima de lo que él llama el *Mito del Marco General*, es decir, la creencia en la imposibilidad para un investigador de salirse por un momento del marco de conceptos y principios dentro del cual está trabajando, y compararlo con otro marco en competencia. Este Mito del Marco General conduciría, a su vez, a una visión *irracionalista* y *relativista* de la empresa científica: es irracionalista, por cuanto al ser supuestamente imposible examinar críticamente, mediante argumentos racionales, los méritos y defectos

respectivos de dos marcos, el paso de un paradigma a otro solo puede provenir de una decisión irracional, una especie de conversión religiosa; y es relativista porque, al no haber criterios comunes para evaluar los distintos marcos, cada científico puede seguir adhiriéndose a la verdad relativa de su marco, pase lo que pase, si así le place.

Por supuesto, Kuhn reaccionó a estas acusaciones de irracionalismo y relativismo en la réplica a sus críticos. Como ya hemos visto más arriba, él niega que su concepción conduzca al relativismo, o bien, en el peor de los casos, se trata de un relativismo inofensivo: en efecto, Kuhn acepta que existen criterios objetivos para evaluar dos paradigmas en competencia, aunque estos criterios no equivalgan a la mayor o menor *verdad* que contenga cada uno.[4] Con respecto a la acusación de irracionalismo, Kuhn es aún más tajante: no comprende en absoluto que se le endilgue ese epíteto a su interpretación del desarrollo de la ciencia. Ni la ciencia normal ni las revoluciones científicas, tal como él describe esos procesos, pueden ser tachadas de irracionalismo, y ello por la simple razón de que las ciencias en su conjunto (al menos las ciencias bien consolidadas), tanto en sus fases «normales» como en las «revolucionarias», constituyen justamente el modelo insuperable para lo que significa tomar una actitud *racional*: en efecto, es perfectamente racional investigar los fenómenos dentro de un paradigma asumido previamente que ha demostrado una y otra vez que conduce al éxito; y también es perfectamente racional cambiar un paradigma viejo por uno nuevo cuando el viejo hace agua por todas partes. Para Kuhn, es ocioso que los filósofos se inventen una noción abstracta de racionalidad y esperen

[4] No obstante, ya hemos expuesto en el capítulo precedente que los esfuerzos de Kuhn por librarse de la etiqueta «relativista» no son del todo convincentes. Su tesis de la inconmensurabilidad de paradigmas en competencia conduce ciertamente a una forma de relativismo no tan inofensiva como él pretende, al menos bajo la formulación que presenta el propio Kuhn de dicha tesis.

luego que los científicos se apeguen a ella; hay que proceder a la inversa: extraer un concepto viable de racionalidad del examen de la verdadera práctica de la investigación científica, la cual, a fin de cuentas, representa la empresa más exitosa de la historia de la Humanidad.

Por supuesto no es la primera vez en la historia de la filosofía, y ni siquiera de la filosofía de la ciencia, que estallan polémicas tan acaloradas. Y parte de la acritud en el caso que nos ocupa es probablemente debida a la idiosincrasia personal de Popper, quien nunca toleró desvíos de lo que consideraba ser el único camino recto (el suyo, naturalmente). No obstante, aparte de estas facetas personales de la polémica, para ser justos, debemos tomar en cuenta que, en un nivel más profundo, más conceptual, hay razones de peso para las divergencias radicales entre Popper y Kuhn. Estas se retrotraen, en última instancia, a dos concepciones muy diferentes de la naturaleza y la forma de funcionar de las unidades básicas de la ciencia, es decir, las teorías científicas. Para Popper, como para los positivistas lógicos y tantos otros filósofos de la ciencia, una teoría científica es, estructuralmente, algo muy sencillo: un conjunto de principios fundamentales, o axiomas, de los que se deducen ciertas consecuencias lógicas que se contrastan posteriormente con la experiencia, y esa contrastación, o sale bien, o sale mal, pero no hay nada intermedio entre esas dos posibilidades. Para Kuhn, en cambio, las unidades básicas de la ciencia representan un tipo de estructura conceptual mucho más complicado, y que funciona también de manera mucho más complicada. Ahora bien, lo cierto es que a Kuhn se le dificultó mucho precisar sus nuevas ideas de modo que fueran digeribles para la comunidad de los filósofos de la ciencia. Ha habido al menos dos intentos sistemáticos para precisar y modificar adecuadamente las ideas kuhnianas con el fin de hacerlas más comprensibles y aceptables. Uno de ellos es el de Lakatos, el otro el del estructuralismo metateórico. A ambos nos referiremos a continuación.

Los programas de investigación de Lakatos

Imre Lakatos (nacido en 1922 y muerto prematuramente en 1974) fue un exdiscípulo de Popper que intentó actuar de «mediador» entre Popper y Kuhn proponiendo una suerte de *falsacionismo sofisticado*, que combina la idea popperiana de la falsación con algunos elementos de la descripción kuhniana de la dinámica científica, aunque sin aceptar los aspectos considerados más discutibles del enfoque de Kuhn, como el carácter supuestamente dogmático de la ciencia normal o el supuesto relativismo al que conduce la tesis de la inconmensurabilidad. Ahora bien, Lakatos no pudo convencer a Popper y sus discípulos más próximos de los elementos positivos contenidos en el enfoque de Kuhn; al contrario, él mismo fue considerado un «traidor» a la causa popperiana. En cualquier caso, el resultado de ese intento de síntesis fue una nueva concepción de la dinámica de la ciencia, que implícitamente está más cerca de Kuhn que de Popper, pero que propone elementos de análisis originales y, quizá, históricamente más adecuados que los de Kuhn. Se trata de la concepción que Lakatos mismo bautizó como *metodología de los programas de investigación científica*. Su escrito más importante, donde presenta esta nueva concepción, es un largo ensayo titulado precisamente *La falsación y la metodología de los programas de investigación científica*, publicado por primera vez en 1970.

En este ensayo, Lakatos retoma la idea de Popper según la cual el motor de la investigación está constituido por intentos repetidos de poner a prueba una teoría científica; hay que mostrar más bien lo que no funciona, en vez de lo que funciona. Sin embargo, las unidades básicas del conocimiento científico no son, como en Popper, hipótesis aisladas, ni tampoco teorías como conjuntos axiomáticos de hipótesis, sino más bien redes conceptuales más vastas y complejas, que normalmente duran mucho más tiempo y son caracterizadas

justamente como *programas de investigación*. Cuando los científicos que investigan una determinada área de la experiencia detectan un problema en la aplicación de su programa de investigación, no lo abandonan inmediatamente, sino que intentan, en tal caso, resolver el conflicto modificando algunos elementos de la red, pero no todos. De esta manera aparece en el transcurso de la historia una sucesión de teorías vinculadas entre sí por su pertenencia a un mismo programa de investigación, el cual muestra una impresionante continuidad. Esta continuidad viene esencialmente determinada por lo que Lakatos llama un *núcleo duro*, que no cambia en el curso de las sucesivas confrontaciones con la experiencia.

De acuerdo con esta concepción, pues, una teoría científica, o más precisamente, adoptando la terminología de Lakatos, un programa de investigación está constituido por una doble estructura: un *núcleo duro*, inmodificable, y una periferia cambiante de hipótesis más especiales que van y vienen: lo que él llama un *cinturón protector* (del núcleo). Por ejemplo, en el caso de la mecánica newtoniana, el núcleo duro consistiría en la concepción del espacio y del tiempo como entidades absolutas, junto con la ecuación dinámica fundamental $f = m{\cdot}a$ y el principio de acción y reacción; mientras que ecuaciones más específicas, como la ley de caída de los cuerpos o de la oscilación de un péndulo, pertenecerían al cinturón protector. En el transcurso histórico de la teoría, estas leyes específicas pueden ser modificadas, o incluso eliminadas en favor de otras, pero ni la concepción de espacio y tiempo, ni la ecuación fundamental ni el principio de acción y reacción deben ser tocados, pues pertenecen a la «esencia» del programa newtoniano. Está claro que esta visión de la dinámica científica muestra una analogía bastante fuerte con la evolución de un paradigma durante un periodo de *ciencia normal* en el sentido de Kuhn. Aunque los conceptos utilizados por Lakatos y Kuhn son bastante diferentes,

la estructura que ambos autores intentan identificar es prácticamente la misma. No obstante, se perciben también algunas diferencias significativas entre ambos modelos. Seguramente la más importante es que Lakatos no lleva a cabo un análisis de las revoluciones científicas y que tampoco acepta la tesis de la inconmensurabilidad: ciertamente, según él, pueden existir en una misma disciplina diferentes programas de investigación en competencia, pero sus respectivos méritos y defectos pueden compararse sin problema: no cabe suponer una *fractura semántica* entre ellos. Es más, Lakatos considera que la descripción kuhniana de la ciencia normal es excesivamente unilateral: según Kuhn, un solo paradigma regiría la investigación científica durante un periodo determinado, y solamente durante los breves periodos revolucionarios habría dos paradigmas en competencia. Para Lakatos, al contrario, la situación normal consiste más bien en que, dentro de una misma disciplina, varios programas de investigación entran en competencia. Y plantea cierto número de ejemplos históricos que parecen darle la razón (aunque también hay que admitir que pueden detectarse otros ejemplos históricos que parecen dar razón al «unilateralismo» kuhniano).


Imre Lakatos hacia 1960.

El problema con el enfoque de Lakatos, sin embargo, es que las nociones que utiliza no aparecen determinadas con suficiente precisión, y que, ante un caso dado de programa de investigación, siempre resulta problemático determinar qué pertenece al núcleo duro y qué al cinturón protector. A este problema da una solución precisa otra concepción metodológica que emergió en la década de 1970 y a la que suele denominarse *concepción estructural de las teorías* o

también *estructuralismo metateórico*. Para abreviar, aquí la llamaremos simplemente *estructuralismo*.

La reinterpretación estructuralista de Kuhn (y Lakatos)

El estructuralismo al que aquí nos referimos nació con la obra de Joseph D. Sneed, *The Logical Structure of Mathematical Physics* (*La estructura lógica de la física matemática*), publicada en 1971, una obra revolucionaria dentro de la filosofía de la ciencia de entonces, pero de muy difícil lectura por su carácter sumamente novedoso y especializado a la vez. Dos años después, en el libro *Estructura y dinámica de las teorías*, Wolfgang Stegmüller dio una presentación más comprensible del enfoque de Sneed, pero sobre todo lo aplicó sistemáticamente a la reconstrucción precisa de las ideas de Kuhn y Lakatos sobre la dinámica científica. Al principio, ni Sneed ni Stegmüller denominaron *estructuralismo* su nueva concepción; esta denominación se afianzó años más tarde, sobre todo a partir de la publicación, en 1987, de la obra *Una arquitectónica para la ciencia – El programa estructuralista*, escrita conjuntamente por Wolfgang Balzer, C. Ulises Moulines y Joseph D. Sneed; esta obra puede considerarse la consolidación definitiva y la exposición estándar del estructuralismo.

Este no es el lugar para exponer, ni siquiera someramente, las nociones básicas de este enfoque y su aplicación al análisis de las teorías científicas.[5] Se trata de una concepción muy compleja y que hace uso sistemático de ciertos métodos formales. Nos limitaremos aquí a presentar, de la manera más simple e intuitiva posible, la reconstitución precisa que el estructuralismo permite hacer de las ideas de Kuhn (y

[5] Una introducción relativamente informal a las nociones básicas del estructuralismo se encontrará en el capítulo 10 del manual de José A. Díez y C. Ulises Moulines, *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, 2008.

en cierta medida también las de Lakatos) sobre la naturaleza y el funcionamiento de las teorías científicas. Esta reconstitución hace plausibles varios elementos (aunque no todos) del enfoque kuhniano (y del lakatosiano), y permite comprender también por qué Popper estaba equivocado, o al menos por qué su enfoque metodológico es menos acertado que el de Kuhn.[6]

Suele describirse el estructuralismo como una concepción *no-proposicional* de las teorías científicas. ¿Qué significa esto? Hemos visto que, para la filosofía clásica de la ciencia, incluyendo a Popper, una teoría es simplemente un conjunto de proposiciones. Esta es una concepción muy atractiva porque es muy simple; pero por desgracia es profundamente inadecuada. Hay varias razones para esa inadecuación en las que no podemos entrar aquí, pero a dos de ellas sí podemos aludir, aunque sea someramente: una es que no permite dar cuenta de la evolución de una teoría en el tiempo (más o menos lo que Kuhn llama *ciencia normal* y Lakatos el *despliegue de un programa de investigación*); la otra es que tampoco permite analizar el tránsito de una teoría a otra (lo que Kuhn llama un *cambio de paradigma*).

Pero, entonces, si una teoría no es un conjunto de proposiciones, ¿qué es? La respuesta del estructuralismo se da en varios pasos. El primero es que, en una primera aproximación, una teoría es un conjunto, no de proposiciones, sino de *modelos* que aspiran a representar ciertas porciones de la realidad.

[6] El lector que esté interesado en obtener más detalles acerca del potencial del estructuralismo para arbitrar en la polémica entre Popper y Kuhn puede acudir al artículo de José A. Díez, «Popper, Kuhn y el estructuralismo sobre la ciencia normal», publicado en la antología compilada por S. López y A. Domingo, *Popper y Kuhn: Ecos de un debate*, en 2003. En este artículo, Díez expone de manera mucho más completa de lo que podemos hacer aquí el análisis estructuralista de lo que se debate realmente en la controversia entre Popper y Kuhn.

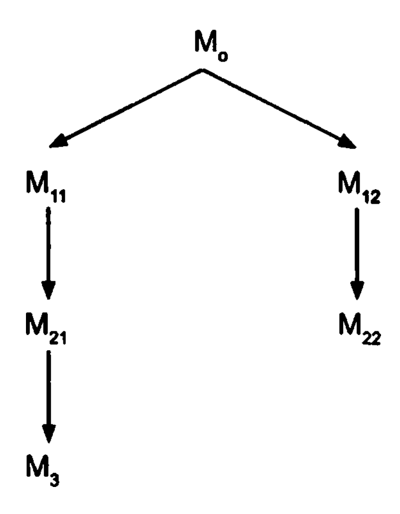
¿Qué es un modelo?

Aquí empleamos el término *modelo* no en el sentido usual y más o menos metafórico del lenguaje corriente, sino en el sentido exacto de la lógica. En este sentido, un modelo es una estructura (también en el sentido preciso de la lógica), o sea una secuencia de conjuntos de entidades, llamados los *dominios* del modelo, y una o varias *relaciones* entre esos dominios (que pueden ser magnitudes, como en las teorías físicas). Un ejemplo simple de modelo en ese sentido sería el siguiente. Supongamos que Pedro y María están casados y son los progenitores de Juanito. Entonces, la estructura compuesta por el conjunto {Pedro, María, Juanito} más las relaciones que se dan entre ellos de estar casados y de ser progenitores, constituye un modelo de familia. De una estructura así, para que pueda ser considerada como un modelo de alguna parcela de la realidad, se exige que satisfaga ciertos axiomas; en nuestro ejemplo podrían ser los axiomas de que la relación de estar casado sea *simétrica* y la relación de ser progenitor sea *asimétrica*. Ahora bien, nótese que el modelo mismo no consiste en los axiomas; de hecho, para un mismo modelo habrá siempre diversos conjuntos de axiomas posibles para determinarlo. Así, por ejemplo, un modelo de la mecánica newtoniana destinado a representar lo más adecuadamente posible el movimiento de los planetas alrededor del Sol puede ser determinado por muy diversas formulaciones de las llamadas *leyes de Newton*: podemos emplear la formulación original de Newton, quien usó el latín y no ecuaciones matemáticas, o la de Euler, en el siglo XVIII, que ya utilizó una primera forma de ecuaciones diferenciales, o la de alguno de los manuales actuales de física, formulaciones que también pueden diferir en diversos grados entre sí. Todas esas diversas formulaciones serán más o menos «elegantes» o «intuitivas», pero aunque difieran superficialmente entre sí, lo importante es que todas son adecuadas porque determinan uno y un mismo modelo: el del sistema planetario. Es este modelo (y no sus posibles y diversas formulaciones) lo que importa al tratar de identificar lo esencial de la mecánica de Newton.

Los diversos pedazos de realidad que pretenden representar los diversos modelos de una teoría no vienen dados a través de una supuesta experiencia «pura», sino que vienen ya conceptualizados mediante nociones más o menos *teóricas*, algunas de las cuales pertenecen a la teoría en cuestión (con lo cual se hace justicia, hasta cierto punto, a la tesis de la *carga teórica de la observación* defendida por Hanson, Feyerabend y Kuhn). La relación de *representación* que puede darse entre una parcela de la realidad y el modelo pertinente (por ejemplo, la representación del sistema planetario mediante cierto modelo de la mecánica newtoniana), es una relación algo complicada pero perfectamente expresable en términos lógico-matemáticos. Por otro lado, esta representación puede ser más o menos adecuada: hay modelos que «modelizan» mejor que otros la realidad a la que apuntan, del mismo modo que en el sentido cotidiano de la palabra *modelo*, por ejemplo el de maquetas construidas con figuras de cartón que pretenden representar, pongamos por caso, un conjunto habitacional, podremos decir que unas maquetas son *más adecuadas* o *más detalladas* que otras para representar ese conjunto habitacional. La adecuación de las representaciones modélicas proporcionadas por una teoría científica no representa una cuestión de «todo o nada», sino de «más o menos».

Así pues, en un primer paso podemos decir que una teoría científica es un conjunto de modelos en el sentido apuntado. Pero, según el estructuralismo, este es solo el primer paso en la definición de lo que es una teoría. Ese conjunto de modelos no es un montón amorfo: por el contrario, está organizado jerárquicamente en varios niveles según el grado de generalidad de los modelos. Se constituye así una especie de *red* en forma piramidal: en la cúspide de la pirámide están los modelos más generales, los cuales más que representaciones concretas de porciones de la realidad son esquemas de representaciones posibles que *guían* la construcción de otros modelos cada vez más

especializados; intuitivamente, los modelos de la cúspide corresponden más o menos a las *generalizaciones simbólicas* de las que habla Kuhn como primer componente de las matrices disciplinarias. Podemos representar un ejemplo esquemático de tales redes piramidales mediante un grafo de la siguiente forma:



M_0 simboliza el conjunto de los modelos más generales, los *modelos-guía* si se quiere, y las flechas representan el proceso de especialización que conduce a niveles sucesivamente más especializados hasta llegar a modelos sumamente concretos, como podrían ser los elementos del conjunto M_3 (que, en el ejemplo de la mecánica, podrían representar, pongamos por caso, la trayectoria de un determinado proyectil disparado por un cañón). Y las «ramas» de este «árbol» (en nuestro ejemplo esquemático serían dos) representarían otras tantas líneas de investigación, distintas entre sí pero todas basadas en el *núcleo duro* (para hablar en los términos de Lakatos) fijado por M_0. Esta relación de especialización que se da entre los modelos de un nivel superior y

los del nivel inmediatamente inferior puede definirse formalmente de manera general, aunque este no es el lugar para presentar tal definición.[7] En cualquier caso, es importante notar que la *especialización* de la que aquí hablamos no tiene nada que ver con la *deducción*: no se trata de que los modelos más especializados sean deducibles de los más generales.

Una red como la ejemplificada en el grafo anterior refleja la estructura estática de una teoría; es, por así decir, una «foto instantánea» del estado de una teoría en un momento dado de su desarrollo. Pero este tipo de esquema también puede emplearse para representar la evolución de una teoría a lo largo de la historia, la *ciencia normal* de Kuhn: en tal caso, tenemos una serie de redes todas con el mismo conjunto M_0 fijo e intocable (el paradigma, si se quiere), y en la que al menos algunos de los conjuntos M_{ij} cambian: algunos quizás aumentan su número de elementos, o lo disminuyen, o incluso desaparecen por completo por parecer inútiles, siendo sustituidos por otros M_{ij} de naturaleza distinta, que se espera sea más adecuada para resolver los problemas encontrados. Pero, en definitiva, estos conjuntos de modelos que van y vienen son siempre especializaciones del núcleo duro M_0.

¿Y cómo representamos las revoluciones científicas dentro de este esquema? Pues muy sencillamente: una revolución científica consiste en la sustitución de una sucesión de redes guiadas por cierto M_0 por otra sucesión de redes guiadas por un nuevo M'_0 *inconmensurable* con el primero. Para el estructuralismo no hay ningún problema en admitir que los lenguajes respectivos en los que se expresan los modelos de M_0 y M'_0 son no solo distintos, sino incluso, si se quiere, *intraducibles* entre sí. Pues ya hemos dicho que la identidad de las teorías no viene

[7] El lector interesado en la definición formal puede acudir al manual de Díez y Moulines ya citado.

dada, para el estructuralismo, por el lenguaje en el que se expresan los modelos, sino por los modelos mismos, en tanto estructuras conceptuales, no proposicionales. Y los conjuntos de modelos M_0 y M'_0, por mucha *divergencia semántica* que haya entre sus lenguajes respectivos, podrán *compararse* con respecto a su mayor o menor eficacia (precisión, coherencia, amplitud, etc.) para representar las porciones de la realidad que nos interesan. No hay por qué suponer ninguna forma de «irracionalidad» en el hecho de que algunos científicos, desesperados ante los reveses sufridos por las especializaciones de M_0, decidan al final probar más suerte con un nuevo M'_0 enteramente distinto, que los guíe en la construcción de especializaciones M'_{ij} más adecuadas.

La concepción estructuralista de las teorías científicas, que se fue desarrollando a partir de los trabajos seminales de Sneed y Stegmüller a principios de la década de 1970, no tiene como único objetivo representar formalmente la dinámica de las teorías, ni mucho menos ser solo una «formalización de Kuhn», como a veces se ha dicho. Esa concepción aborda un gran número de cuestiones de filosofía de la ciencia que son completamente independientes de los planteamientos de Kuhn (y por supuesto también de los de Lakatos), y a las que no podemos ni siquiera aludir aquí. Pero también es indudable que la reinterpretación formal de dichos planteamientos que permite la metodología estructuralista los hace mucho más precisos y verosímiles. De ahí que no sea de extrañar que, ya en una época temprana, Kuhn manifestara su reconocimiento hacia los trabajos de Sneed y Stegmüller. En su ensayo de 1976, *Cambio de teoría como cambio de estructura: comentarios al formalismo de Sneed*, Kuhn escribe:

> Que la cercanía que ambos [Sneed y Stegmüller] ven [con mi enfoque] es auténtica, podría quedar suficientemente indicado por el

> hecho de que Stegmüller, aproximándose a mi trabajo a través del de Sneed, lo ha comprendido mejor que cualquier otro filósofo que haya hecho algo más que una referencia de pasada a este. Estos desarrollos me estimulan mucho.

Y veinte años más tarde, en una entrevista que le hicieron a Kuhn poco antes de su muerte, remacha el mismo clavo:

> Pensé que lo que él [Stegmüller] decía acerca de los paradigmas se aproximaba más a mi idea original que cualquier otra cosa escrita por un filósofo, o por cualquier otro, si vamos a eso; [...] todo lo que escribí acerca del aprendizaje de fuerza, masa, etc., en realidad es probable que nunca lo hubiera escrito si no me hubiera familiarizado unos años antes con las ideas de Stegmüller y Sneed. Pienso que son ideas absolutamente de primera clase.

¿Significa esta cercanía entre el enfoque de Kuhn y el estructuralismo que este último hace obsoleta la metodología popperiana? No exactamente. Lo que significa es que, a través de la noción estructuralista de una teoría científica como una red con especializaciones diversas y cambiantes, pero todas basadas en una cúspide de modelos fundamentales e inamovibles, podemos ver que la idea popperiana de las teorías como meros conjuntos de axiomas que son corroborados o falsados por la experiencia es demasiado simplista. Y podemos colegir también la razón por la que Popper realmente malentendió el concepto kuhniano de paradigma, que no es un mero conjunto de axiomas, sino una estructura conceptual mucho más compleja. Existe, no obstante, todavía un lugar dentro de la concepción estructuralista de

las teorías para la falsación de Popper: cuando constatamos que los modelos de una especialización «terminal» de una red (pongamos por caso los modelos de M_3 en nuestro ejemplo esquemático de arriba) no son adecuados para representar ciertos fenómenos en los que estamos interesados, entonces debemos abandonar esos modelos; si se quiere hablar así, los hemos *falsado*. Pero eso no significa que no podamos encontrar dentro de la *misma* red otros modelos que sí sean adecuados para cumplir esa misión, y mucho menos significa que debamos abandonar los modelos fundamentales de M_0. Recuérdese que la relación de especialización de modelos que aquí está en juego es enteramente distinta de la relación de deducción de proposiciones; por tanto, aquí no se aplica el famoso *modus tollens* popperiano.

En el *round* entre Popper y Kuhn, aunque el primero asestara algunos duros golpes al segundo, al final es Kuhn quien gana más puntos. En su conjunto, lo que dice Popper sobre la naturaleza y el funcionamiento de las teorías científicas es más preciso que lo que dice Kuhn, pero menos cierto. Popper dice algunas cosas ciertas, pero son menos que las que dice Kuhn, aunque estas sean más imprecisas; tal imprecisión no socava su veracidad.

APÉNDICES

OBRAS PRINCIPALES

(La lista de las traducciones al castellano de las obras de Popper y Kuhn se ha confeccionado siguiendo el orden cronológico de su primera aparición en la lengua original.)

Textos fundamentales de Karl Popper

La lógica de la investigación científica. Círculo de Lectores, 1995.

Esta es la obra más importante de Popper en el campo de la filosofía de la ciencia; en ella analiza, entre otras cosas, el problema de la inducción, critica el positivismo lógico y el convencionalismo, e introduce por primera vez su metodología falsacionista, que se aparta radicalmente de los supuestos metodológicos de todos los filósofos y científicos de hasta entonces.

La miseria del historicismo. Alianza Editorial, 2002.

Una argumentación sistemática en contra del historicismo como idea de que la Historia de la Humanidad viene regida por leyes inmutables, idea que conduce, según Popper, al totalitarismo; para Popper, dado el libre albedrío del ser humano, en la Historia no pueden regir leyes inmutables.

La sociedad abierta y sus enemigos. Ediciones Paidós Ibérica,1994.

Esta es una obra de perfil análogo a la anterior, pero más concretamente dedicada a refutar las concepciones sociales y políticas de Platón, Hegel y Marx, quienes según Popper son los precursores del totalitarismo. A la *sociedad cerrada* que esos autores preconizan, Popper opone una *sociedad abierta*, en la que siempre ha de ser posible cuestionar los poderes instituidos.

Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico. Ediciones Paidós Ibérica, 1994.

Una reformulación y precisión de las ideas expuestas en *La lógica de la investigación científica*, en la que Popper introduce el nuevo concepto de verosimilitud o aproximación a la verdad, el cual a su vez permite una concepción más matizada de la metodología falsacionista.

Conocimiento objetivo: un enfoque evolucionista. Editorial Tecnos, 2005.

Una obra de un espectro temático más amplio que las anteriores, que abarca no solo la filosofía de la ciencia en sentido estricto, sino también temas de la teoría del conocimiento en general, desde una perspectiva evolucionista, así como cuestiones de filosofía de la mente y de metafísica.

El yo y su cerebro. Trabajo en colaboración con John Carew Eccles. Editorial Labor, 1985.

Expone una novedosa teoría dualista, según la cual los fenómenos mentales humanos no son reducibles a los procesos materiales; escrita en colaboración con el neurofisiólogo Eccles.

Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual. Editorial Tecnos, 1985.

Popper expone su propio desarrollo filosófico desde su temprana juventud.

El mito del marco común: en defensa de la ciencia y la racionalidad. Ediciones Paidós Ibérica, 2005.

En contra del relativismo epistemológico y de una visión «irracionalista» del desarrollo de la ciencia, incluyendo una crítica a las ideas de Thomas Kuhn, que según Popper conducen al relativismo y al irracionalismo en el conocimiento científico.

El mundo de Parménides: ensayos sobre la ilustración presocrática. Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

Obra póstuma de Popper que contiene sus ensayos sobre los filósofos griegos anteriores a Platón, en especial Jenófanes y Parménides, cuyos méritos no han sido debidamente valorados según Popper.

Exposiciones introductorias del pensamiento de Popper en general

Antiseri, Darío: *Karl Popper: Protagonista del siglo xx.* Unión Editorial, 2002.

Magee, Bryan: *Popper.* Colofón, 1994.

Suárez Iñiguez, Enrique: *La fuerza de la razón. Introducción a la filosofía de Karl Popper.* UNAM-Miguel Ángel Porrúa, 1998.

Textos fundamentales de Thomas Kuhn

La revolución copernicana: la astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental. Editorial Ariel, 1996.

El primer libro de Kuhn y su aportación más importante a la historia de la ciencia, en la que Kuhn analiza con sumo detalle todos los factores, tanto internos a la investigación científica como externos, que influyeron en el desarrollo de la astronomía desde la Antigüedad hasta la Edad Moderna.

La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica, 2000.

La obra más famosa e influyente de Kuhn, que presenta una nueva filosofía de la ciencia basada en sus investigaciones históricas, y en la que Kuhn introduce los nuevos conceptos de paradigma, ciencia normal y revoluciones científicas. El enfoque de Kuhn se aparta drásticamente de los filósofos de la ciencia precedentes, incluyendo a Popper.

La tensión esencial. Fondo de Cultura Económica, 1983.

Una antología de una serie de ensayos históricos y filosóficos, tanto anteriores como posteriores a la publicación de *La estructura de las revoluciones científicas*; algunos de ellos consisten en réplicas a las críticas que se le hicieron a su obra principal.

La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica. Alianza Editorial, 1987.

Un estudio puramente histórico de los factores que condujeron al nacimiento de la física cuántica, basado en un análisis pormenorizado

no solo de las publicaciones «oficiales» de los físicos involucrados, sino en material de archivos (manuscritos, cartas, entrevistas etc.)

El camino desde la Estructura. Ensayos filosóficos, 1970-1993, con una entrevista autobiográfica. Paidós, 2002.

Obra póstuma estructurada en tres partes: la primera contiene una serie de ensayos sobre filosofía de la ciencia posteriores a *La estructura de las revoluciones científicas*; la segunda, las réplicas y comentarios de Kuhn a otros autores; la tercera, una entrevista que le hicieron a Kuhn en Atenas poco antes de su muerte.

Exposiciones introductorias del pensamiento filosófico de Kuhn

González Fernández, Wenceslao (comp.): *Análisis de Thomas Kuhn: Las revoluciones científicas.* Trotta, 2004.

Jaramillo Uribe, Juan Manuel: *Thomas Kuhn.* Universidad del Valle, 1997.

Pérez Ransanz, Ana Rosa: *Kuhn y el cambio científico.* Fondo de Cultura Económica, 1999.

P. Lorenzano y O. Nudler (comp.): El *camino desde Kuhn.* Biblioteca Nueva, 2013.

Ensayos sobre la polémica Popper-Kuhn

López, S. y Domingo, A. (comp.): *Popper y Kuhn: Ecos de un debate.* Editorial Montesinos, 2003.

Contiene una serie de ensayos en que se analizan diversos aspectos de la famosa polémica entre Kuhn por un lado, y Popper y sus discípulos por otro, a partir del Coloquio sobre Filosofía de la Ciencia celebrado en Londres en 1965.

CRONOLOGÍA

Popper	Kuhn	Efemérides
1902. Karl Raimund Popper nace en Viena.		
		1914-1918. Primera Guerra Mundial.
		1917. Revolución Rusa.
	1922. Thomas Samuel Kuhn nace en Cincinatti, Ohio, Estados Unidos. Pasa gran parte de su infancia y primera juventud en los Estados de Nueva York, Pensilvania y Connectitut, donde asiste a diversos colegios.	**1922.** Se funda el Círculo de Viena.
1924. Obtiene el título de maestro de bachillerato de Física y Matemáticas. La crítica situación económica en Austria		

Popper	Kuhn	Efemérides
le obliga a subsistir como asistente social.		
1928. Se doctora en Psicología con la tesis *La cuestión del método en la psicología cognitiva.*		
		1929. *Crack* de la bolsa de Nueva York; comienzo de la Gran Depresión.
1930. Consigue plaza permanente de maestro de bachillerato. Se casa con Josefine Anna Henninger, también maestra de escuela, con quien permanecerá hasta la muerte de ella, en 1985.		
1931. Entra en contacto con los miembros del Círculo de Viena.		

Popper	Kuhn	Efemérides
		1933. Hitler es nombrado Canciller de Alemania.
1934. Se publica su obra principal, *La lógica de la investigación científica*.		
1935. Es invitado a dar conferencias durante varios meses en Inglaterra, donde se relaciona con Bertrand Russell y Friedrich von Hayek.		
1937. Recibe una oferta para enseñar en la Universidad de Canterbury, en Christchurch, Nueva Zelanda, donde permanecerá hasta pasada la Segunda Guerra Mundial.		
		1938. Austria es incorporada a la Alemania nazi.

Popper	Kuhn	Efemérides
	1940. Inicia estudios de Física en la Universidad de Harvard, que le permite cursar al mismo tiempo algunos créditos de Filosofía.	**1939-1945.** Segunda Guerra Mundial.
	1943-1945. Durante la Guerra Mundial es enrolado por el Ejército estadounidense como experto en radares.	
1945. Publica *La sociedad abierta y sus enemigos*. Por la misma época trabaja en *La miseria del historicismo*.		
1946. Se le ofrece una plaza de profesor en la prestigiosa London School of Economics. Los Popper se establecen definitivamente en Londres.		
	1948. Se casa con Kathryn Muhs, con quien tendrá tres hijos antes de divorciarse en 1979. Imparte en Harvard un curso sobre la mecánica de Aristóteles.	

Popper	Kuhn	Efemérides
1949. Es nombrado profesor de Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Londres.	**1949.** Se doctora en Física.	**1949.** Creación de la OTAN. Separación de la RFA y la RDA.
		1953. Muerte de Stalin.
		1955. Comienza el movimiento de los Derechos Civiles en Estados Unidos.
	1956. Profesor en la Universidad de Berkeley.	
	1957. Publica *La revolución copernicana.*	
		1959-1975. Guerra de Vietnam.
	1962. Publica *La estructura de las revoluciones científicas.*	**1962.** Crisis de los misiles en Cuba.
1963. Publica *Conjeturas y refutaciones.*		
	1964. Catedrático en la Universidad de Princeton (hasta 1979).	
1965. Publica *Conocimiento objetivo.*	**1965.** Defiende sus ideas en el Coloquio Internacional sobre	

Popper	Kuhn	Efemérides
	Filosofía de la Ciencia, en el Bedford College de la Universidad de Londres, frente a las críticas de Popper y los popperianos.	**1968**. Primavera de Praga e invasión soviética; movimiento estudiantil en Francia; asesinato de Martin Luther King.
1977. Publica *El yo y su cerebro*, coescrito con el neurofisiólogo John Eccles.	**1977**. Publica *La tensión esencial*.	
	1979. Catedrático en el Massachusetts Institute of Technology de Boston.	
	1982. Segundas nupcias con Jehane Burns.	
		1983. Reagan pone en marcha el programa «Guerra de las Galaxias».
		1985. Mijail Gorbachov, presidente de la URSS.
		1986-1987. Catástrofe nuclear de Chernóbil.

Popper	Kuhn	Efemérides
		1989. Cae el Muro de Berlín.
		1990. Irak invade Kuwait.
1994. Muere en Londres.		**1995.** Matanza de Srebrenica.
	1996. Muere en Cambridge, Massachusetts.	**1996.** Los talibanes toman Kabul.
	2000. Se publica póstumamente *El camino desde la Estructura.*	

ÍNDICE DE NOMBRES Y CONCEPTOS

POPPER Y KUHN

Dos gigantes de la filosofía de la ciencia del siglo XX

Karl Popper y Thomas Kuhn son los dos filósofos de la ciencia más influyentes del siglo XX. El primero concibió una nueva metodología científica, el falsacionismo, según la cual la principal misión de la investigación consiste, no en verificar las teorías científicas, sino en falsarlas, es decir, buscar casos concretos que las refuten. En el campo de las ideas sociales y políticas, Popper desplegó una crítica sistemática de toda forma de totalitarismo. Por su parte, Kuhn alcanzó gran renombre por su interpretación del desarrollo histórico de la ciencia como una sucesión de paradigmas, cada uno de los cuales guía la investigación durante un largo período hasta que entra en crisis y es sustituido, a través de una revolución científica, por un nuevo paradigma inconmensurable con el primero. Los enfoques respectivos de Popper y Kuhn son muy opuestos, y la polémica entre ambos autores desempeñó un papel significativo en la filosofía de la ciencia de la segunda mitad del siglo pasado.

Manuel Cruz (*Director de la colección*)

